

Daniela Pitol Maestri

AVALIAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE EM EDIFÍCIOS DE ALTO PADRÃO

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maestri, Daniela Pitol
Avaliação da construtibilidade em edifícios de alto
padrão / Daniela Pitol Maestri ; orientadora, Cristine do
Nascimento Mutti, 2018.
178 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Construtibilidade. 3. Projeto.
4. Produtividade. 5. Construção. I. Mutti, Cristine do
Nascimento. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Daniela Pitol Maestri

AVALIAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE EM EDIFÍCIOS DE ALTO PADRÃO

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheira Civil” e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 20 de novembro de 2018.

Prof.^a Luciana Rohde, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Victor Delegregio
EC2 e Grupo SEACon - UFSC

Eng. Alice Mazon Miranda
Grupo SEACon - UFSC

Este trabalho é dedicado aos meus amigos e aos meus queridos pais e irmãos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me guiado em todos os caminhos que me trouxeram até aqui e por ter sido tão bom comigo. Sem Ele, nada disso teria sido possível.

Agradeço aos meus queridos pais, Adilson e Josianne, os quais amo imensamente. Apesar de estarem tão longe, sempre me apoiaram nos momentos difíceis e me proporcionaram todo o apoio necessário para a conclusão deste trabalho, fazendo com que a minha jornada se tornasse mais leve e tranquila.

Muito obrigada também aos meus irmãos, Débora e Marco Aurélio, e ao meu cunhado Thiago, por terem sido tão compreensivos e estarem à disposição quando eu precisava desabafar. Amo muito vocês.

Um agradecimento especial aos meus amigos, por estarem comigo sempre que eu preciso e partilharem de momentos de alegria e companheirismo. Sou grata a Deus por ter colocado vocês no meu caminho.

À minha orientadora Cristine do Nascimento Mutti, pela dedicação incansável e por todos os conselhos dados, me ajudando no desenvolvimento e enriquecimento do trabalho. Meu muito obrigada. Você é um exemplo de profissional que eu admiro muito e espero ser futuramente.

Aos membros da banca, a professora Fernanda Fernandes Marchiori e a engenheira Alice Mazon Miranda, agradeço por aceitarem gentilmente o convite de avaliarem esse trabalho tão importante para mim, e ao engenheiro Victor Delegrego, agradeço pelos conhecimentos passados e por estar disponível para tirar minhas dúvidas sobre este novo assunto.

A todos que não foram citados, mas participaram de alguma forma na minha trajetória, meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

A indústria da construção civil brasileira é caracterizada pela falta de integração entre as fases de um empreendimento, em grande parte devido às opiniões e informações divergentes de projetistas e executores e falta de comunicação entre os mesmos. Essa organização desestruturada contribui em erros constantes na elaboração de projetos, tais como falhas nas especificações de materiais, falta de detalhes importantes e até aumento de custos causados pelo retrabalho desnecessário. Nesse contexto, surge o conceito de construtibilidade, relacionada à facilidade de construção de uma edificação. Neste trabalho é apresentada a visão geral das diversas pesquisas existentes sobre o tema. Autores internacionais investigam os princípios desse conceito, explicando que os benefícios da aplicação da construtibilidade incluem o aumento da eficiência, qualidade e segurança do serviço, também diminuindo os custos e a duração total da obra. Além disso, alguns ainda se concentram em estudar diferentes abordagens para adotar esse parâmetro na construção. Uma delas é a avaliação quantitativa da construtibilidade, considerada uma maneira prática e atingível de avaliar e aprimorar os atributos de construtibilidade nos projetos. Com o objetivo de estudar a possível aplicação da construtibilidade no Brasil, buscou-se, no presente trabalho, avaliar três projetos de edifícios de alto padrão localizados em Balneário Camboriú - SC através do BAM (Buildability Assessment Model), o qual se baseia no método de análise mais conhecido e referenciado por pesquisadores, o BDAS (Buildable Design Appraisal System), de Singapura. Após fazer algumas adaptações condizentes com a realidade catarinense, os resultados dos cálculos se mostraram aceitáveis, visto que a empresa que forneceu os três projetos desconhecia o conceito de construtibilidade, não tendo, portanto, elaborado o projeto em função de pontuação. Além disso, apresentou-se uma comparação entre os resultados das três obras, analisando os itens de maior e menor pontuação que cada projeto obteve, com o objetivo de se identificar em quais sistemas de construção o parâmetro da construtibilidade pode ser melhorado. Por fim, sugeriu-se algumas alterações aplicáveis a um dos edifícios, tais como maior detalhamento e coordenação na etapa inicial de projeto e adoção de elementos pré-fabricados na estrutura, tendo a finalidade de aumentar sua pontuação final para garantir maior segurança, produtividade e racionalização na execução da obra.

Palavras-chave: Construtibilidade. Produtividade. Projetos.

ABSTRACT

The civil construction industry in Brazil consists on the lack of integration among the phases of a project, mostly due to diverging opinions and information between designers and contractors and the lack of communication between them. This unstructured organization contributes on constant errors during the design elaboration, such as failure to specify materials, lack of important details and even cost increase caused by unnecessary rework. In this context, the concept of buildability emerges. This is related to facilitating the ease of the construction process of a building. This work presents a general view of researchers about the subject. International authors investigate these concept principles, explaining that the benefits of applying buildability into the projects include the increase on service efficiency, quality and safety, besides reducing total work costs and construction duration. Additionally, some authors even concentrate on studying different approaches to consider this parameter in the execution of a building. One of them is the quantitative assessment of buildability, considered as a practical and achievable way of evaluating and improving the attributes of buildability in the projects. With the purpose of studying the possible application of buildability in Brazil, the present work aimed at evaluating three projects of high standard buildings located in Balneário Camboriú - SC through the BAM (Buildability Assessment Model), which is based on the most known and trustable analysis method in the literature, the BDAS (Buildable Design Appraisal System), from Singapore. After making some adaptations to make the criteria suitable to our reality, the results were found acceptable, since the firm that provided the details of the three projects was not familiar with the concept of buildability beforehand. Moreover, a comparison of results was presented, analysing the items with higher and lower scores obtained by each projects, with the objective of identifying in which constructions systems the buildability parameter can be improved. At last, some modifications were suggested to one of the projects, such as better detailing and coordination during initial stage of project and adopting precast elements in the building structure, with the aim of increasing its final score to ensure greater safety, productivity and rationalization on the construction process.

Keywords: *Buildability. Productivity. Projects.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ações de implementação da construtibilidade	28
Figura 2 – Fachada do Edifício 1	54
Figura 3 – Planta do pavimento tipo (8º ao 29º pavimento) do Edifício 1	56
Figura 4 – Forma do 9º pavimento tipo do Edifício 1	56
Figura 5 – Fachada do Edifício 2	59
Figura 6 – Planta do pavimento tipo (7º ao 23º pavimento) do Edifício 2	60
Figura 7 – Forma do pavimento tipo do Edifício 2	61
Figura 8 – Fachada do Edifício 3	62
Figura 9 – planta do pavimento tipo do Edifício 3	63
Figura 10 – forma do pavimento tipo do Edifício 3	63
Figura 11 – Altura útil da área de serviço do pavimento tipo do Edifício 1	68
Figura 12 – Exemplo do comando “ <i>area</i> ” no software AutoCAD, para o Edifício 1	70
Figura 13 – Recorte da planta do pavimento tipo do Edifício 1	75
Figura 14 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo e garagens do Edifício 1	84
Figura 15 – Parte do pavimento tipo do Edifício 1	84
Figura 16 - Altura útil do pavimento tipo do Edifício 1	85
Figura 17 – Parte da fachada frontal para os últimos pavimentos do Edifício 1	86
Figura 18 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo, garagens e convivência do Edifício 2	87
Figura 19 – Elevação posterior até o pavimento convivência do Edifício 2	88
Figura 20 - Parte da fachada frontal para os últimos pavimentos do Edifício 2	89
Figura 21 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo, garagens e convivência do Edifício 3	90
Figura 22 - Parte da fachada frontal para os pavimentos tipo do Edifício 3	91
Figura 23 – Parte da forma do pavimento diferenciado do Edifício 1	98
Figura 24 – Parte da forma do pavimento tipo do Edifício 2	101
Figura 25 – Parte da forma do pavimento tipo do Edifício 3	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios da Construtibilidade segundo o CIIA	24
Quadro 2 – Princípios da Construtibilidade (continua)	26
Quadro 3 – Benefícios da Construtibilidade.....	31
Quadro 4 – Comparação entre métodos de avaliação de construtibilidade (continua)	36
Quadro 5 - <i>Buildability Indices</i> da superestrutura	44
Quadro 6 - <i>Buildability Indices</i> dos sistemas de acabamento (continua)	46
Quadro 7 – <i>Buildability Indices</i> para os Aspectos construtivos dos serviços	48
Quadro 8 – <i>Buildability Indices</i> para os Elementos de construção (continua).....	49
Quadro 9 – <i>Buildability Indices</i> para os Fatores específicos do local (continua).....	51
Quadro 10 – Especificações técnicas dos materiais de acabamento do Edifício 1	57
Quadro 11 – Adaptação dos acabamentos de paredes internas para o método BAM	68
Quadro 12 – Adaptação dos acabamentos de tetos internos para o método BAM.....	80
Quadro 13 – Itens aplicados para os Aspectos construtivos dos serviços do Edifício 1	95
Quadro 14 – Itens aplicados para os Aspectos Construtivos dos Serviços dos Edifícios 2 e 3	97
Quadro 15 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 1	99
Quadro 16 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 2	102
Quadro 17 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 3	104
Quadro 18 – Itens aplicados para os Fatores específicos do local do Edifício 1	106
Quadro 19 – Itens aplicados para os Fatores específicos do local dos Edifícios 2 e 3.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - <i>Buildability Weightings</i> dos componentes do projeto	42
Tabela 2 - <i>Buildability Weightings</i> dos elementos de sistemas de acabamentos.....	42
Tabela 3 - Subpontuação para superestrutura dos Edifícios 1, 2 e 3	66
Tabela 4 – Quadro de aberturas do projeto do Edifício 1	69
Tabela 5 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 1.....	71
Tabela 6 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 2.....	72
Tabela 7 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 3.....	74
Tabela 8 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 1	76
Tabela 9 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 2	77
Tabela 10 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 2	79
Tabela 11 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 1.....	81
Tabela 12 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 2.....	82
Tabela 13 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 3.....	83
Tabela 14 – Subpontuação para o acabamento das paredes externas do Edifício 1	86
Tabela 15 – Subpontuação para o acabamento das paredes externas do Edifício 2.....	89
Tabela 16 – Subpontuação para o acabamento das paredes externas do Edifício 3.....	91
Tabela 17 – Subpontuação para o acabamento do telhado dos Edifícios 1, 2 e 3	92
Tabela 18 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 1	93
Tabela 19 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 2.....	93
Tabela 20 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 3	94
Tabela 21 - Subpontuação para os aspectos construtivos dos serviços do Edifício 1	96
Tabela 22 - Subpontuação para os aspectos construtivos dos serviços dos Edifícios 2 e 3	97
Tabela 23 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 1	100
Tabela 24 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 2	102
Tabela 25 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 3	104
Tabela 26 – Subpontuação para os Fatores específicos do local do Edifício 1	107
Tabela 22 – Subpontuação para os Fatores específicos do local do Edifício 2	109
Tabela 28 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 1.....	109
Tabela 29 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 2.....	110
Tabela 30 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 3.....	110
Tabela 31 – Comparação entre as pontuações totais de construtibilidade	111
Tabela 32 – Comparação entre os aproveitamentos de cada sistema	113

Tabela 33 – Alteração da subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 3.....	113
Tabela 34 – Alteração da subpontuação para os ACS construtivos do Edifício 3	114
Tabela 35 – Alteração da subpontuação para a Estrutura do Edifício 3.....	115
Tabela 36 – Comparação entre as pontuações do Edifício 3.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS – Aspectos Construtivos dos Serviços

BAM – *Buildability Assessment Model*

BC – Balneário Camboriú

BDAS – *Buidable Design Appraisal System*

BI – *Buildability Index*

BIM – *Building Information Modelling*

BScore – *Buildability Score*

BW – *Buildability Weighting*

CII – *Construction Industry Institute*

CII Australia – *Construction Industry Institute Australia*

CIRIA – *Construction Industry Research and Information Association*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	ORIGENS E CONCEITOS DE CONSTRUTIBILIDADE	19
2.2	PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES DA CONSTRUTIBILIDADE	21
2.3	BENEFÍCIOS DA CONSTRUTIBILIDADE	29
2.4	DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE.....	32
2.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE	33
2.5.1	Conceitos e exemplos.....	33
2.6	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MÉTODO	39
3	METODOLOGIA	40
3.1	<i>Buildability Assessment Model</i> – BAM.....	40
3.1.1	Superestrutura.....	42
3.1.2	Sistemas de acabamento	45
3.1.3	Aspectos construtivos dos serviços.....	47
3.1.4	Elementos de construção.....	48
3.1.5	Fatores específicos do local.....	50
3.1.6	Pontuação total de construtibilidade (<i>BScore</i>)	52
3.2	CONTATO COM A EMPRESA E DESCRIÇÃO DOS PROJETOS	53
3.2.1	Edifício 1.....	53
3.2.2	Edifício 2.....	58

3.2.3	Edifício 3.....	61
3.3	QUESTIONÁRIO	64
4	RESULTADOS.....	66
4.1	SUPERESTRUTURA	66
4.2	SISTEMAS DE ACABAMENTO	67
4.2.1	Paredes internas	67
4.2.1.1	Edifício 1	67
4.2.1.2	Edifício 2	71
4.2.1.3	Edifício 3	73
4.2.2	Pisos internos	74
4.2.2.1	Edifício 1	74
4.2.2.2	Edifício 2	76
4.2.2.3	Edifício 3	78
4.2.3	Tetos internos.....	79
4.2.3.1	Edifício 1	79
4.2.3.2	Edifício 2	81
4.2.3.3	Edifício 3	82
4.2.4	Paredes externas	83
4.2.4.1	Edifício 1	83
4.2.4.2	Edifício 2	87
4.2.4.3	Edifício 3	89
4.2.5	Telhado	92
4.2.6	Subpontuação total.....	92
4.2.6.1	Edifício 1	92
4.2.6.2	Edifício 2	93
4.2.6.3	Edifício 3	94
4.3	ASPECTOS CONSTRUTIVOS DOS SERVIÇOS	94

4.3.1	Edifício 1.....	94
4.3.2	Edifícios 2 e 3	96
4.4	ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO.....	98
4.4.1	Edifício 1.....	98
4.4.2	Edifício 2.....	100
4.4.3	Edifício 3.....	103
4.5	FATORES ESPECÍFICOS DO LOCAL	105
4.5.1	Edifício 1.....	105
4.5.2	Edifícios 2 e 3	107
4.6	PONTUAÇÃO TOTAL DE CONSTRUTIBILIDADE.....	109
4.6.1	Edifício 1.....	109
4.6.2	Edifício 2.....	110
4.6.3	Edifício 3.....	110
4.7	ANÁLISE FINAL	111
4.7.1	Comparação entre os projetos.....	111
4.7.2	Sugestões para aumento da pontuação de construtibilidade.....	112
4.8	DISCUSSÃO.....	116
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
5.1	CONCLUSÃO.....	118
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	119
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE A – Modelo de questionário	123
	APÊNDICE B – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 1	130
	APÊNDICE C – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 2	144
	APÊNDICE D – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 3	157
	ANEXO A – Tabelas originais do BAM (WONG, 2007)	167
	ANEXO B – Figura com os índices e equações do BAM (LAM; WONG, 2008).....	178

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos maiores setores da economia de qualquer país, contribuindo notoriamente para o desenvolvimento social e econômico em níveis nacional e internacional (OTHMAN, 2011). Porém, apesar dos grandes investimentos nessa indústria e a disponibilidade das tecnologias atuais,

a elaboração de projetos incompletos, incompatíveis e sem coordenação, com erros e omissões relativos a especificações de materiais, falhas de pormenores, de padronização e construtibilidade, contribuem para o aumento de custos e falta de qualidade, podendo mesmo traduzir-se no insucesso da construção do empreendimento (NEVES, 2012, p. 35).

Tais erros são muitas vezes causados pela falta de integração entre as fases do empreendimento, prática ultrapassada muito recorrente na indústria da construção, visto que muitas decisões tomadas em uma etapa da obra atingem diretamente as seguintes (MELHADO, 2000). Isso ocorre, segundo Melhado (1994), devido à resistência às mudanças dos profissionais envolvidos em vários níveis decisórios por parte das empresas construtoras. Apesar dessas afirmações serem mais antigas, é de conhecimento comum que ainda podem ser verificadas.

É grande a quantidade de intervenientes na construção civil – projetistas, construtores e usuários – que buscam um único produto final. Entretanto, na maior parte das vezes, estes intervenientes possuem objetivos e prioridades diferentes, e suas decisões em relação ao projeto acabam influenciando fatores relacionados a prazo, qualidade, segurança e custo (NARLOCH, 2015). Tudo isso resulta em uma estrutura organizacional ineficiente para contratação e coordenação de projetos.

Nesse âmbito, surge o conceito de construtibilidade, definido pelo *Construction Industry Institute* como “o uso ótimo de conhecimento e experiência da construção em planejamento, projeto, contratação e operações no canteiro a fim de atingir os objetivos globais do projeto” (CII, 2012, p. 45).

Segundo Rodríguez e Heineck (2002), a construtibilidade pode ser considerada no projeto como a aplicação desse conhecimento e experiência durante o desenvolvimento dos projetos, junto às diretrizes gerais que permitam racionalizar a execução dos empreendimentos.

Há diversos estudos sobre construtibilidade no Brasil (ver NARLOCH, 2015; AMANCIO, 2010; RODRIGUEZ e HEINECK, 2002), porém este parâmetro ainda é desconhecido para a maioria das empresas, devido à escassez de materiais disponíveis para uma pesquisa mais extensa e detalhada.

Devido à situação atual da indústria da construção civil no país e os benefícios que o conceito de construtibilidade poderia trazer ao mercado, como aumento da produtividade e qualidade da construção, além de melhoria da relação entre a equipe e a segurança no canteiro de obras (DELEGREGO, 2017), este trabalho se propõe a avaliar o índice de construtibilidade de empreendimentos localizados na cidade de Balneário Camboriú, que se destaca por sua verticalização e obras de grande porte à beira-mar.

1.1 JUSTIFICATIVA

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de difundir o conceito de construtibilidade na indústria atual, pois acredita-se que sua implantação na fase de projetos pode ser vantajosa e econômica para a construção civil brasileira em termos de produção e desempenho.

Portanto, será mostrado como o parâmetro da construtibilidade pode ser aplicado na prática em projetos de construção através de um método de cálculo desenvolvido internacionalmente, a fim de instigar novos estudos e pesquisas na área que se apliquem às condições do nosso país.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a construtibilidade de projetos de edifícios de alto padrão localizados na cidade de Balneário Camboriú – SC.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar os métodos existentes para avaliação de construtibilidade.
- Escolher o método mais adequado aos casos em estudo.
- Avaliar a construtibilidade para as obras através do método escolhido.
- Analisar os aspectos de construtibilidade presentes nas obras em estudo.
- Sugerir possíveis alterações nos projetos a fim de tornar a obra mais fácil de ser construída.

1.3 LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

No presente trabalho foi mostrado ao leitor um panorama geral do conceito e aplicações da construtibilidade, pois entende-se que é um tema muito complexo e pouco conhecido, portanto, seria necessária uma análise mais profunda de todas as suas vertentes para o conhecimento integral. Para isso, a revisão bibliográfica se concentrou em pesquisas em dissertações, teses e artigos científicos sobre o tema em língua portuguesa e inglesa.

Delimita-se, ainda, a avaliar a construtibilidade em projetos de edifícios de grande porte pelo método de cálculo BAM em Balneário Camboriú, devido à similaridade entre BC e Hong Kong, a cidade para qual o método foi desenvolvido. Entretanto, limitou-se aos dados fornecidos pelo engenheiro da empresa e aqueles contidos nos projetos, sendo que, muitas vezes, houve a necessidade de adaptação dos índices utilizados e dos materiais das tabelas, por não corresponderem aos da região em estudo. Além disso, algumas informações importantes não estavam disponíveis no memorial descritivo recebido para a análise, o que dificultou a sua adaptação para a realidade brasileira.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 5 capítulos principais. O Capítulo 1 introduz o tema de estudo, além de comentar brevemente a justificativa da escolha do mesmo, o objetivo geral e objetivos específicos que pretendem ser atingidos e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 traz uma revisão literária sobre a construtibilidade, explicando suas origens e diferentes conceitos, além de mostrar alguns princípios, benefícios e dificuldades de aplicação. Também são citados alguns métodos de avaliação de construtibilidade presentes na literatura e a justificativa da escolha do método BAM para a análise dos projetos.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia de trabalho, explicando como será calculada a pontuação de construtibilidade dos projetos através dos principais sistemas definidos pelo método escolhido. Aborda também como foi feito o contato com a empresa que forneceu os projetos a serem escolhidos, as características dos três edifícios a serem avaliados e explica como foi elaborado o questionário necessário para o procedimento de cálculo.

O Capítulo 4 expõe os resultados encontrados para os sistemas de construção de cada Edifício, fazendo uma comparação entre os projetos, além de sugerir alterações para a melhoria da pontuação de construtibilidade. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões finais do trabalho e algumas sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão apresentados como surgiu o termo “construtibilidade” e alguns conceitos atribuídos por autores brasileiros e internacionais. Também será dada ao leitor uma visão geral sobre alguns princípios e aplicações da construtibilidade nos projetos e planejamento das obras, além de apresentar os benefícios que podem ser obtidos com a melhoria da construtibilidade e as dificuldades apresentadas por construtores e empresas em considerar esse conceito nos projetos de obras da construção civil. Por fim, serão explicados alguns métodos desenvolvidos por autores internacionais para analisar a construtibilidade em projetos.

2.1 ORIGENS E CONCEITOS DE CONSTRUTIBILIDADE

Lam et al (2011) descrevem que as primeiras pesquisas relacionadas à construtibilidade surgiram na década de 1960 no Reino Unido com o *Survey of Problems before the Construction Industries* (1962). Mais conhecido como *Emmerson Report* (1962), esse relatório foi encomendado pelo Ministério do Trabalho inglês e publicado pelo Lorde Harold Emmerson, com o objetivo de detectar problemas na indústria da construção da época (EMMERSON, 1962). Como resultado, o *Emmerson Report* identificou a falta de comunicação e coordenação entre a equipe responsável pelos projetos e os construtores e empreiteiros como um dos problemas responsáveis pela ineficiência da indústria da construção no Reino Unido (GRIFFITH, 1986).

Além do *Emmerson Report* (1962), outro relatório importante encomendado pelo governo britânico foi o *Banwell Report* em 1964, elaborado com o objetivo de investigar de que forma o uso de modelos contratuais padrões influenciavam na indústria (DELEGREGO, 2017). Desenvolvendo as ideias de Emmerson, tal relatório destacou que as fases do processo de projeto e construção não deveriam ser consideradas separadamente, pois a complexidade do projeto da construção daquela época requeria técnicas especializadas desenvolvidas através do conhecimento de ambas as partes. Além disso, relatou que, na situação do contrato tradicional, o construtor era removido da fase de projeto, porém seus conhecimentos e técnicas inestimáveis poderiam ser aplicados durante essa etapa (GRIFFITH, 1986).

A partir disso, segundo Melhado (1994), durante a década de 1980, diferentes grupos de pesquisadores publicaram estudos divulgando conceitos relacionados à orientação e integração de todas as atividades realizadas ao longo de um empreendimento de construção, especialmente na etapa de execução. Tais publicações focavam em maximizar a eficiência, produtividade,

eficiência de custo e qualidade na construção (OTHMAN, 2011). No Reino Unido, surgiu, então, o termo *buildability* e nos Estados Unidos, *constructability*.

No Reino Unido, em 1979, o *Construction Industry Research and Information Association* (CIRIA), uma organização não-governamental envolvida com a indústria da construção (DELEGREGO, 2017), embarcou em um programa de pesquisa que investigava os maiores problemas da prática de construção atual. Após o *Emmerson e Banwell Report* nos anos 1960, esse estudo renovou interesse na comunicação entre as etapas de projeto e construção; além de focar no conceito de construtibilidade, também sugeria que os projetos da época não eram economicamente eficientes de acordo com o processo de construção executado (GRIFFITH, 1986). Como resultado desse estudo, a CIRIA definiu o termo *buildability* como: "a extensão pela qual o projeto de uma edificação facilita as atividades de construção, levando em conta os requisitos globais da edificação construída" (CIRIA, 1983 apud RODRIGUES, 2005). Sendo assim, essa definição assume que mudanças nos projetos da edificação são essenciais para aumentar a facilidade de construí-la (WONG et al., 2004 apud RODRIGUES, 2005).

Paralelamente, nos Estados Unidos, o *Construction Industry Institute* (CII) desenvolveu pesquisas referentes ao aumento da eficiência de custos e qualidade de projetos devido à integração entre construtores e projetistas (ZOLFAGHARIAN, 2016). Então, definiu-se *constructability* como: "o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro para atingir os objetivos globais do empreendimento" (CII, 2012). Como muitas decisões críticas são feitas no começo do processo do projeto, tais como selecionar sistemas estruturais do edifício, materiais, equipamentos, dimensões e áreas, o CII também destacou a importância de integrar o conhecimento da construtibilidade ao projeto detalhado ou às etapas de construção o mais cedo possível, a fim de reduzir mudanças na concepção, no cronograma e nos custos de projetos (RUSSELL et al., 1992 apud ZOLFAGHARIAN, 2016).

Portanto, pode-se dizer que o termo *buildability* refere-se especificamente à fase de projeto, etapa em que se busca a otimização da construção através de considerações e de recursos disponíveis, com o objetivo de alcançar desempenho satisfatório da construção quanto ao tempo, economia, segurança, qualidade e sustentabilidade. Já os EUA utilizam o termo *constructability* com enfoque global nas várias fases do desenvolvimento da construção, considerando todo o ciclo de vida da edificação: planejamento, contratação e o trabalho no canteiro (RODRIGUES, 2005; GRIFFITH; SIDWELL, 1997). Para Sabbatini (1989), apesar das diferenças do enfoque de cada termo mencionado, ambos deixam claro que o conceito de

construtibilidade se baseia no princípio de que o processo de construção só será totalmente otimizado quando se considerar, na etapa de projeto, os fatores relacionados às operações construtivas.

Inicialmente entendido como facilidade de construção através apenas do projeto, o conceito de construtibilidade vem sendo ampliado no Brasil, abrangendo a integração do conhecimento e experiência construtiva durante as fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra (SILVA; GUIMARÃES, 2006), como define-se em *constructability*. Grande parte dos estudos brasileiros relacionados a esse tema utilizam o termo com o significado americano. Pode-se citar a definição de Rodriguez e Heineck (2002), que analisam a construtibilidade como o emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica em vários níveis a fim de racionalizar a execução dos empreendimentos, através da comunicação entre as etapas de projeto e execução; Oliveira (1994 apud Rodrigues, 2005) caracteriza a construtibilidade como sendo “a forma de reduzir a complexidade técnica e gerencial existentes nos processos produtivos da construção civil”; ou ainda, Violani et al. (1991 apud MELHADO, 1994) definem a construtibilidade como a integração do conhecimento de construção a todas as etapas de um empreendimento, em que há a necessidade da participação do construtor nas etapas anteriores à de execução, o que inclui o ciclo de vida inteiro da construção.

Para fins didáticos, neste trabalho, será considerado para a construtibilidade o termo britânico *buildability*, pois será avaliada a construtibilidade das obras ainda na etapa de projeto.

2.2 PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES DA CONSTRUTIBILIDADE

Definida como sendo simplesmente a “capacidade ou habilidade de um empreendimento em ser construído” (ASCE, 1991), a construtibilidade pode ser tratada como uma característica inerente às construções. Isso quer dizer que qualquer edifício da indústria da construção civil possui um determinado nível de construtibilidade, independentemente de ter sido erguido com ações que visassem a melhoria desse conceito (RODRIGUES, 2005).

Os problemas técnicos que surgem no ciclo de vida da construção de um empreendimento são, em grande parte, provenientes dos projetos. De acordo com Silva e Guimarães (2006), isso ocorre pela falta de retroalinhamento de informações entre os construtores e projetistas, levando à repetição de falhas durante a execução do edifício. Nesse âmbito, a construtibilidade procura integrar o conhecimento e experiência em execução das construções com a elaboração dos projetos.

A construtibilidade de um empreendimento pode ser melhorada quando tomadas ações que a beneficiem durante seu processo de construção. Há vários fatores que influenciam diretamente na construtibilidade, podendo ser identificados durante algumas fases da construção como viabilidade, planejamento conceitual e aquisições, projetos, gerenciamento, construção e pós-construção (AMANCIO, 2010).

Diversos autores da bibliografia elaboraram os chamados princípios ou fatores de construtibilidade, cada um direcionado ao seu ambiente de construção e objetivos específicos. Eles consistem em diretrizes que podem ser aplicadas durante o processo de construção a fim de resolver eventuais problemas que afetam a construtibilidade, geralmente relacionados a projetos, planejamento, cronograma, mão-de-obra e métodos construtivos, ou seja, englobando todo o ciclo de vida do edifício (AMANCIO, 2010). Para O'Connor et al. (1987), quanto mais cedo for implementado um “programa” de construtibilidade, melhores serão seus resultados para o empreendimento.

A CIRIA (1983 apud AMANCIO, 2010) identificou sete princípios de construtibilidade durante um estudo sobre a indústria da construção. São eles:

- Obter o máximo de informações sobre o empreendimento e os projetos;
- Planejar os requisitos essenciais para a produção em canteiro de obras;
- Montar uma sequência prática das operações de construção e início das instalações;
- Planejar uma sequência comercial lógica e de simples montagem;
- Prever o máximo de repetições e padronização;
- Prever as tolerâncias aceitáveis;
- Especificar a utilização de materiais adequados e resistentes para o devido uso.

Já a CII (1987 apud AMANCIO, 2010) desenvolveu quatorze princípios para melhorar a construtibilidade, sendo acrescidos de três em 1992. Estes fatores dizem respeito a diferentes fases da vida de um projeto; oito são aplicáveis à fase inicial (de concepção) do empreendimento; os oito seguintes referem-se às fases de projeto e aquisições e, por fim, o último se aplica na fase de construção. Esses princípios são listados a seguir:

1. Utilização de programas da construtibilidade como elementos de gestão do projeto;
2. Aplicar os conhecimentos da construção durante o desenvolvimento do projeto;
3. Envolver os conhecimentos de construção para definir estratégias contratuais;
4. Definir os tempos de execução do projeto para atender aos tempos de condução dos processos construtivos;

5. Optar pelos melhores processos construtivos durante a fase inicial de projeto;
6. Instalar o canteiro de obra a fim de promover a melhor eficiência dos processos construtivos de execução e manutenção de obra;
7. Durante as fases iniciais do empreendimento, deve-se identificar a equipe responsável pela construtibilidade;
8. Utilizar as tecnologias mais recentes e adequadas;
9. O planejamento dos prazos deve atender à previsão de duração dos processos construtivos;
10. O projeto deve valorizar a eficiência construtiva;
11. Seguir indicações padronizadas na definição dos elementos;
12. Considerar a eficiência construtiva na elaboração das especificações do projeto;
13. Optar por um desenho modular e pré-fabricação que tenha fácil fabricação, transporte e instalação;
14. O projeto deve facilitar a acessibilidade dos operários, transporte e movimentação de materiais e equipamentos durante a construção;
15. Prever no projeto a facilitação da construção em condições atmosféricas diversas;
16. O trabalho deve facilitar a operacionalidade dos sistemas de infraestrutura na concepção e na construção, para garantir que haja tempo necessário para testes e ensaios;
17. Priorizar métodos tecnologicamente inovadores, mais eficientes e adequados desde a fase de concepção do projeto.

Outros autores que se dedicaram a investigar os princípios da construtibilidade foram Nima et al. (2001). Eles desenvolveram 23 conceitos para melhorar e facilitar a adoção e aplicação da filosofia da construtibilidade durante as diferentes fases do processo de construção (OTHMAN, 2011). Os sete primeiros conceitos se aplicam durante a fase de planejamento conceitual; os oito seguintes referem-se à fase de projeto e aquisições e os último oito são considerados durante a fase de operações em canteiro (AMANCIO, 2010).

Em 1993, o CIIA - *Construction Industry Institute Australia* - desenvolveu doze princípios da construtibilidade, em parceria com o CII dos Estados Unidos. Eles estão indicados no Quadro 1 a seguir, com seus respectivos significados.

Quadro 1 – Princípios da Construtibilidade segundo o CIIA

PRINCÍPIO	SIGNIFICADO
1. Integração	A construtibilidade deve ser parte integral do planejamento do empreendimento.
2. Conhecimento de construção	O planejamento do projeto deve envolver ativamente o conhecimento e experiência de construção.
3. Habilidade da equipe	A experiência, habilidade e composição da equipe do empreendimento devem ser apropriadas para o mesmo.
4. Objetivos corporativos	Construtibilidade é aumentada quando a equipe do empreendimento tem o entendimento dos objetivos do cliente e do empreendimento.
5. Recursos disponíveis	A tecnologia da solução de projeto deve ser compatível com a habilidade e recursos disponíveis.
6. Fatores externos	Fatores externos podem afetar o custo e/ou o programa do empreendimento.
7. Programa	A totalidade do programa do empreendimento deve ser realista e adequado à construção, devendo ter a concordância da equipe do empreendimento.
8. Metodologia construtiva	O projeto deve considerar a metodologia construtiva.
9. Acessibilidade	Construtibilidade será aumentada se a acessibilidade da construção é considerada no projeto e nos estágios de construção do empreendimento.
10. Especificações	A construtibilidade do empreendimento será aumentada quando a eficiência construtiva é considerada na elaboração de especificações.
11. Inovação da construção	O emprego de técnicas inovadoras durante a construção vai aumentar a construtibilidade.
12. Retroalimentação	Construtibilidade pode ser aumentada em futuros empreendimentos similares se uma análise pós-construção é realizada pela equipe do empreendimento.

Fonte: CII (1993 apud SILVA; GUIMARÃES, 2006, p.5).

Segundo Rodriguez (2005), estes princípios estão associados a uma visão mais generalizada da construtibilidade, ou seja, ainda é necessário desenvolver diretrizes a partir deles para que o conceito seja utilizado pela equipe do projeto. Como exemplo, pode-se citar Rodriguez e Heineck (2002) que, em sua publicação, buscaram adequar a gestão do processo de projeto e aplicar os conceitos de construtibilidade ao apresentar diretrizes direcionadas ao coordenador de projetos e aos projetistas. Eles consideram, dessa maneira, que o coordenador é o mais indicado para gerenciar a aplicação do conhecimento técnico e experiência da execução durante o projeto. Portanto, os projetistas ficam a cargo de trabalhar com a racionalização das soluções técnicas, com o custo do trabalho referente à aplicação dessas soluções e com os custos de operação e manutenção.

Tatum (1987 apud MELHADO, 1994) também lista alguns princípios a serem considerados na formulação do projeto e que possuem alguma influência na construtibilidade. Pode-se destacar:

- Visar as verdadeiras necessidades da etapa de execução no cronograma do projeto;
- Considerar os principais métodos construtivos possíveis a serem utilizados, selecionando aqueles que possam ser mais eficientes na execução, desde o início do projeto;
- Os elementos de projeto devem ser normalizados, ou seja, deve haver padronização das informações;
- Componentes pré-moldados, modulares ou pré-montados devem ser especificados no projeto sempre que possível, a fim de reduzir custos e prazos;
- A acessibilidade de pessoal, materiais e equipamentos deve ser levada em consideração no projeto;
- O projeto deve favorecer a execução mesmo em condições climáticas adversas;
- Não devem ser aceitas especificações do projeto que envolvam materiais, métodos construtivos ou controles de execução complexos e desnecessários, que possam diminuir a eficiência na execução.

Considerando a abordagem britânica de *buildability*, Griffith (1987 apud MELHADO, 1994) aponta que a execução de um empreendimento se torna mais fácil, rápida e barata com a aplicação efetiva da construtibilidade. Como exemplo, alguns princípios citados pelo autor:

- Adequação do nível de complexidade técnica dos detalhes do projeto, deixando-os simples e inteligentes;
- Consideração da interdependência entre os elementos construtivos, o que resulta em execução mais fácil com menos interfaces entre serviços;
- Operações menos complexas em canteiro (redução dos itens para controle);
- Maior possibilidade de substituições e adaptações dos componentes no projeto, por questões comerciais;
- Operações iniciais de construção mais precisas para início mais rápido e menor risco para possíveis correções futuras.

Os princípios de construtibilidade dos diversos autores listados anteriormente podem ser encontrados no Quadro 2 a seguir, para melhor visualização e compreensão dos seus significados.

Quadro 2 – Princípios da Construtibilidade (continua)

CIRIA (1983)	CII (1987)	CIIA (1993)	Tatum (1987)	Griffith (1987)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter o máximo de informações sobre o edifício e os projetos; 2. Planejar os requisitos essenciais para a produção em canteiro de obras; 3. Montar uma sequência prática das operações de construção e início das instalações; 4. Planejar uma sequência comercial lógica e de simples montagem; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilização de programas da construtibilidade como elementos de gestão do projeto; 2. Aplicar os conhecimentos da construção durante o desenvolvimento do projeto; 3. Envolver os conhecimentos de construção para definir estratégias contratuais; 4. Definir os tempos de execução do projeto para atender aos tempos de condução dos processos construtivos; 5. Optar pelos melhores processos construtivos durante a fase inicial de projeto; 6. Instalar o canteiro de obra a fim de promover a melhor eficiência dos processos construtivos de execução e manutenção de obra; 7. Durante as fases iniciais do empreendimento, deve-se identificar a equipe responsável pela construtibilidade. 8. Utilizar as tecnologias mais recentes e adequadas; 9. O planejamento dos prazos deve atender à previsão de duração dos processos construtivos; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Integração: a construtibilidade deve ser parte integral do planejamento do empreendimento. 2. Conhecimento de construção: O planejamento do projeto deve envolver ativamente o conhecimento e experiência de construção. 3. Habilidade da equipe: A experiência, habilidade e composição da equipe do empreendimento devem ser apropriadas para o mesmo. 4. Objetivos corporativos: construtibilidade é aumentada quando a equipe do empreendimento tem o entendimento dos objetivos do cliente e do empreendimento. 5. Recursos disponíveis: a tecnologia da solução de projeto deve ser compatível com a habilidade e recursos disponíveis. 6. Fatores externos: podem afetar o custo e/ou o programa do empreendimento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visar as verdadeiras necessidades da etapa de execução no cronograma do projeto; 2. Considerar os principais métodos construtivos possíveis a serem utilizados, selecionando aqueles que possam ser mais eficientes na execução, desde o início do projeto; 3. Os elementos de projeto devem ser normalizados, ou seja, deve haver padronização das informações; 4. Componentes pré-moldados, modulares ou pré-montados devem ser especificados no projeto sempre que possível, a fim de reduzir custos e prazos; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adequação do nível de complexidade técnica dos detalhes do projeto, deixando-os simples e inteligentes; 2. Consideração da interdependência entre os elementos construtivos, o que resulta em execução mais fácil com menos interfaces entre serviços; 3. Operações menos complexas em canteiro (redução dos itens para controle); 4. Maior possibilidade de substituições e adaptações dos componentes no projeto, por questões comerciais;

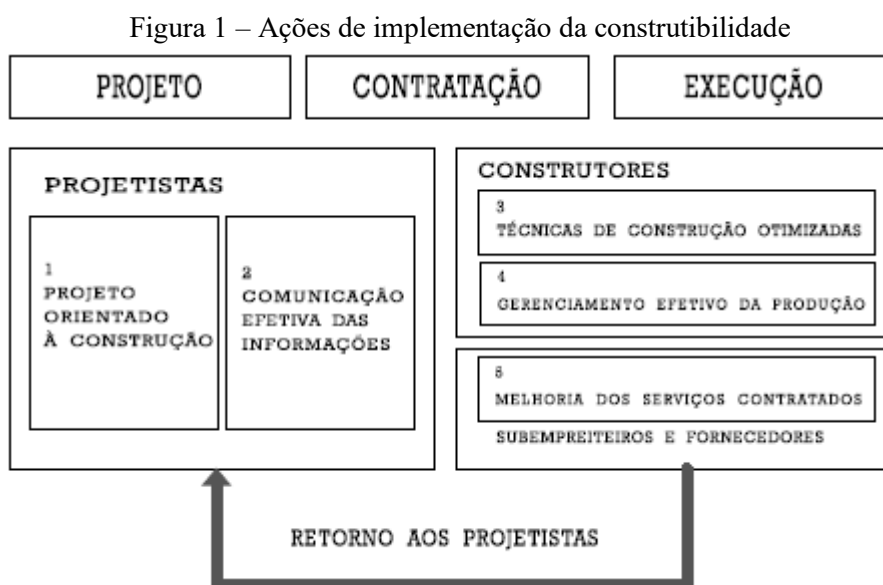
Quadro 2 – Princípios da Construtibilidade (conclusão)

CIRIA (1983)	CII (1987)	CIIA (1993)	Tatum (1987)	Griffith (1987)
5. Prever o máximo de repetições e padronização; 6. Prever as tolerâncias aceitáveis; 7. Especificar a utilização de materiais adequados e resistentes para o devido uso.	10. O projeto deve valorizar a eficiência construtiva; 11. Seguir indicações padronizadas na definição dos elementos; 12. Considerar a eficiência construtiva na elaboração das especificações do projeto; 13. Optar por um desenho modular e pré-fabricação que tenha fácil fabricação, transporte e instalação; 14. O projeto deve facilitar a acessibilidade dos operários, transporte e movimentação de materiais e equipamentos durante a construção; 15. Prever no projeto a facilitação da construção em condições atmosféricas diversas; 16. O trabalho deve facilitar a operacionalidade dos sistemas de infraestrutura na concepção e na construção, para garantir que haja tempo necessário para testes e ensaios; 17. Priorizar métodos tecnologicamente inovadores, mais eficientes e adequados desde a fase de concepção do projeto.	7. Programa: a totalidade do programa do empreendimento deve ser realista e adequado à construção, devendo ter a concordância da equipe do empreendimento. 8. Metodologia construtiva: o projeto deve considerar a metodologia construtiva. 9. Acessibilidade: a construtibilidade será aumentada se a acessibilidade da construção é considerada no projeto e nos estágios de construção do empreendimento. 10. Especificações: a construtibilidade do empreendimento será aumentada quando a eficiência construtiva é considerada na elaboração de especificações. 11. Inovação da construção: o emprego de técnicas inovadoras durante a construção vai aumentar a construtibilidade. 12. Retroalimentação: a construtibilidade pode ser aumentada em futuros empreendimentos similares se uma análise pós-construção é realizada pela equipe do empreendimento.	5. A acessibilidade de pessoal, materiais e equipamentos deve ser levada em consideração no projeto; 6. O projeto deve favorecer a execução mesmo em condições climáticas adversas; 7. Não devem ser aceitas especificações do projeto que envolvam materiais, métodos construtivos ou controles de execução complexos e desnecessários, que possam diminuir a eficiência na execução.	5. Operações iniciais de construção mais precisas para início mais rápido e menor risco para possíveis correções futuras.

Fonte: adaptado pela autora (CIRIA, 1983 apud AMANCIO, 2010; CII, 1987 apud AMANCIO, 2010; CIIA, 1993 apud SILVA; GUIMARÃES, 2006; TATUM, 1987 apud MELHADO, 1994; GRIFFITH, 1987 apud MELHADO, 1994).

Pelo Quadro 2, percebe-se alguns princípios em comum apresentados pelos autores. Entre eles, destaca-se a aplicação dos conhecimentos e experiência da construção durante o planejamento e desenvolvimento do projeto para evitar possíveis trabalhos que aumentem a duração da obra. Outro princípio é a consideração dos principais métodos construtivos para serem utilizados, com o objetivo de selecionar os mais eficientes na execução de cada empreendimento. Além disso, salienta-se a importância da padronização das informações e materiais, para que a execução no canteiro de obras se torne mais econômica, simples e efetiva.

Para O'Connor e Tucker (1986), o conceito de construtibilidade é composto pela comunicação eficiente das informações à obra e pelo retorno do construtor ao projetista, como pode-se observar na Figura 1. A experiência na etapa de execução - onde ocorrerá otimização de técnicas de construção, gerenciamento efetivo da produção e melhoria dos serviços contratados - é voltada a fornecer informações aos projetistas com o objetivo de orientar o projeto à etapa de execução.



Fonte: O'Connor; Tucker (1986 apud MELHADO, 1994)

Pode-se acrescentar ainda que:

[...] o sucesso e a continuidade das ações voltadas à construtibilidade dependem do estabelecimento de um adequado fluxo de informações e decisões na condução das etapas do empreendimento, ou de sucessivos empreendimentos de uma empresa (MELHADO, 1994, p. 120).

Estabelecendo, assim, uma cultura de troca de conhecimento entre os profissionais experientes na área, tanto projetistas como executores, a repetição de falhas detectadas durante

a construção se torna mais escassa, evitando o retrabalho e aumento de custos e, consequentemente, aumentando a construtibilidade da obra e reputação da empresa.

2.3 BENEFÍCIOS DA CONSTRUTIBILIDADE

Diversos estudos na bibliografia identificaram os benefícios trazidos para a construção através da melhoria da construtibilidade de um empreendimento. Eles enfatizam que a aplicação de diretrizes que aumentem a construtibilidade de um empreendimento traz, de maneira geral, maiores economias em custo e tempo, além de estimular a troca de informações técnicas entre os responsáveis pelo projeto e pela construção. Ao se considerar a construtibilidade em todas as fases da construção, desde a concepção até o uso final, o processo de construção global se torna mais rápido e eficaz (GRIFFITH; SIDWELL, 1997).

Tatum (1987 apud SILVA; GUIMARÃES, 2006) cita alguns efeitos que a aplicação efetiva da construtibilidade pode trazer ao processo de construção de um edifício:

- Diminuição das tarefas na construção;
- Diminuição das dificuldades durante a construção;
- Reconhecimento das limitações e práticas locais;
- Melhoria dos métodos construtivos e da tecnologia;
- Importância à melhoria de coordenação entre os projetistas e construtores;
- Adoção do mesmo ponto de vista por todos os membros da equipe.

Para Griffith (1987 apud MELHADO, 1994), a adoção da aplicação efetiva da construtibilidade simplifica o projeto, levando à execução mais fácil em canteiro; possibilita uma comunicação mais precisa e eficaz das intenções contidas no projeto; melhora o gerenciamento da execução em canteiro; além de racionalizar os recursos disponíveis para projetar e construir.

Em seu guia de melhores práticas para melhorar o desempenho do projeto, o CII (2012) também apresenta os benefícios que se pode ter ao seguir suas diretrizes de aplicação de um programa de construtibilidade no projeto. Alguns deles são:

- Redução, em média, dos custos de projeto em 4,3%;
- Redução da duração total da obra em 7,5% em média;
- Aumento da qualidade do projeto;
- Melhora no relacionamento entre a equipe;

- Minimização do retrabalho e reprogramação do projeto.

Silva e Guimarães (2006) também detalham algumas melhorias advindas da implementação da construtibilidade, sendo elas:

- Redução de retrabalhos, dúvidas e revisões no projeto;
- Redução do tempo de concepção e revisão do projeto;
- Redução dos custos totais do projeto;
- Capacitação da equipe responsável pela gestão do projeto;
- Melhoria das relações entre os membros da equipe.

Hassan (1997) inclui em seu estudo algumas consequências que projetos com boa construtibilidade trazem. Por exemplo, os clientes podem ter seu empreendimento finalizado dentro do tempo e orçamento estimado, sem maiores custos adicionais, com mínimas interrupções e funcionamento eficiente no canteiro de obras. O mesmo autor sugere considerar os aspectos de construtibilidade pela equipe na fase inicial do projeto, de modo que os métodos e atividades de construção possam ser alocados precisamente. Dessa maneira, o projeto pode ser estruturado eficientemente de acordo com o planejamento e os métodos de construção pré-definidos. A duração total do projeto também pode ser reduzida, pois são praticamente eliminadas as interrupções causadas por detalhes impraticáveis no desenho.

Ao implementar as características da construtibilidade na fase de projeto, as quais incluem os conhecimentos referentes à fase de construção e questões relativas à contratação e à aquisição, diversas situações críticas já foram previamente detectadas, possibilitando a decisão de ações preventivas. Desse modo, os riscos do empreendimento são reduzidos (RIBEIRO, 2005).

No Quadro seguinte (Quadro 3), são mostrados os benefícios da construtibilidade estudados pelos diversos autores da bibliografia escolhida.

Quadro 3 – Benefícios da Construtibilidade

Tatum (1987)	Griffith (1987)	CII (2012)	Silva e Guimarães (2006)	Hassan (1997)
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição das tarefas na construção; • Diminuição das dificuldades durante a construção; • Reconhecimento das limitações e práticas locais; • Melhoria dos métodos construtivos e da tecnologia; • Importância à melhoria de coordenação entre os projetistas e construtores; • Adoção do mesmo ponto de vista por todos os membros da equipe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplificação do projeto, levando à execução mais fácil em canteiro; • Possibilidade de comunicação mais precisa e eficaz das intenções contidas no projeto; • Melhora do gerenciamento da execução em canteiro; • Racionalização dos recursos disponíveis para projetar e construir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução, em média, dos custos de projeto em 4,3%; • Redução da duração total da obra em 7,5% em média; • Aumento da qualidade do projeto; • Melhora no relacionamento entre a equipe; • Minimização do retrabalho e reprogramação do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de retrabalhos, dúvidas e revisões no projeto; • Redução do tempo de concepção e revisão do projeto; • Redução dos custos totais do projeto; • Capacitação da equipe responsável pela gestão do projeto; • Melhoria das relações entre os membros da equipe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Finalização do empreendimento dentro do tempo e orçamento estimado; • Funcionamento eficiente no canteiro de obras; • Duração total do projeto reduzida, pela eliminação de interrupções de erros no projeto.

Fonte: adaptado pela autora (TATUM, 1987 apud SILVA; GUIMARÃES, 2006; GRIFFITH, 1987 apud MELHADO, 1994; CII, 2012; SILVA; GUIMARÃES, 2006; HASSAN, 1997).

2.4 DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE

Apesar das diversas vantagens que a aplicação efetiva da construtibilidade poderia trazer ao projeto de um empreendimento, os quais foram amplamente demonstrados na literatura, ainda há algumas barreiras que impedem sua implementação.

De acordo com Silva e Guimarães (2006), para que as empresas permaneçam no mercado é essencial que estejam sempre preparadas para mudanças, inovações e adoção de níveis de melhoria nos conceitos e metodologias como ferramentas adequadas no desenvolvimento de seu produto (edifício). Porém, uma das principais barreiras para a implementação da construtibilidade, para Melhado (1994), é a resistência às mudanças dos profissionais envolvidos em várias etapas do projeto, sendo na concepção ou na execução, a qual ainda perdura atualmente. Qualquer iniciativa para melhorar a construtibilidade resulta em uma mudança fundamental da cultura e da remoção da inércia em que a indústria da construção civil vem realizando (BARBOSA, 2013). Isso acontece, principalmente, devido à falta de conhecimento e experiência dos projetistas na construção. Há o costume de se escolher os métodos de construção por preferências pessoais e depois contratar empreiteiros que sejam capazes de incorporá-los na construção, entretanto, os métodos selecionados podem não se alinhar com os requisitos e limitações da execução do projeto (ZOLFAGHARIAN, 2016).

Além disso, falta às empresas "uma estrutura organizacional eficiente para contratação e coordenação da elaboração de projetos; [além disso] não se faz adequado registro das ideias e conclusões geradas com posterior análise dos resultados em obra [...]" (MELHADO, 1994).

Segundo Tatum (1987 apud ZOLFAGHARIAN, 2016), o uso ótimo do local da construção, incluindo espaço suficiente para os trabalhadores e materiais, assim como a seleção de métodos de construção apropriados e a aquisição dos materiais necessários para atender o orçamento do projeto, todos resultam da consideração da construtibilidade o mais cedo possível no projeto.

Pode-se citar, também, como desafio à implementação da construtibilidade no projeto, a falta de tempo, recursos e conhecimento suficientes ao projetista para avaliar diferentes alternativas de concepção e seus custos correspondentes. Um modelo de avaliação da construtibilidade pode ajudar a superar esses problemas por permitir que os profissionais analisem métodos de concepção e construção na etapa de projeto anterior à execução (ZOLFAGHARIAN, 2016).

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE

2.5.1 Conceitos e exemplos

Wong et al. (2006) conduziram um estudo a fim de reduzir problemas referentes à falta de consideração da construtibilidade na construção. Então, propuseram três abordagens distintas para minimizar os erros e, assim, melhorar a construtibilidade no projeto, sendo as seguintes: implementação de programas de construtibilidade, revisão de documentos técnicos sobre construtibilidade e avaliação quantitativa de projetos.

A primeira abordagem considera a incorporação de programas de construtibilidade, os quais compreendem uma série de regras e diretrizes ao longo de toda a gestão, incluindo fatores e agentes que afetam a construtibilidade nas várias etapas de projeto. Já a revisão da construtibilidade tem como objetivo analisar os documentos técnicos em questão para minimizar erros e garantir a concordância entre os projetos, resolvendo assim quaisquer problemas que possam surgir na etapa de construção. Por último, a avaliação quantitativa tem como finalidade avaliar os atributos de construtibilidade presentes nos projetos, de modo que eles sejam comparáveis (WONG et al., 2006).

Das três abordagens, os autores elencam a avaliação quantitativa de projetos como a maneira mais prática e atingível de aprimorar a construtibilidade, dando o exemplo do governo de Singapura, pioneiro no assunto, que tem adotado um método de avaliação de construtibilidade (BDAS) por toda a cidade desde 2001.

Os métodos de avaliação são desenvolvidos com o objetivo de quantificar a construtibilidade, ou seja, definir o nível de construtibilidade de um empreendimento para que os conhecimentos específicos de construção possam ser inseridos no projeto pelas equipes responsáveis. Genericamente, de acordo com Delegregó (2017), o processo de desenvolvimento de um método de avaliação de construtibilidade leva em conta três fatores principais:

Escopo: nesta etapa, define-se a abrangência e aplicabilidade do esquema. O método pode abranger alguns ou todos os sistemas construtivos de uma obra e ser aplicado na fase inicial de concepção do projeto ou na finalização do empreendimento;

Variáveis: atribui-se, nesta fase, os fatores que mais influenciam na construtibilidade da obra. Tais fatores podem ser obtidos através de entrevistas com profissionais da área ou por publicações relevantes sobre o tema;

Método de cálculo: por fim, escolhe-se um processo de cálculo que envolva as variáveis definidas anteriormente para que seja feita a análise da construtibilidade.

O *Buildable Design Appraisal System* (BDAS) foi desenvolvido na década de 1990 como uma forma de medir o impacto potencial de um projeto de construção sobre o uso de mão de obra em Singapura (BCA, 2005). Na literatura revisada, o BDAS é o método de avaliação mais reconhecido e utilizado como referência pelos pesquisadores. O sistema é baseado em três princípios: a padronização, a simplificação e a integração em um único elemento que pode ser pré-fabricado, na fábrica ou instalado in loco (BARBOSA, 2013). O cálculo da pontuação é baseado em índices pré-determinados para os diferentes tipos de “sistemas de estrutura” (incluindo telhado), “sistemas de parede” e “outras características construtivas”, cujos pontos máximos são, respectivamente, 50, 40 e 10, totalizando 100 pontos, podendo ser acrescidos de pontos bônus. Devido à grande aprovação e eficácia desse método, desde 2001 o governo de Singapura exige uma pontuação mínima de construtibilidade como pré-requisito para a aprovação do projeto de uma obra.

Com o sucesso obtido pela implementação do BDAS no governo de Singapura, uma equipe de pesquisadores elaborou um método de avaliação de construtibilidade voltado especialmente para a cidade de Hong Kong, o BAM – *Buildability Assessment Model*. Publicado por Wong em 2007, o sistema de pontuação foi adaptado do BDAS e divide-se em 5 sistemas construtivos principais: estrutura, laje, envelope (paredes externas), telhado e paredes internas, além de outros componentes do projeto a serem avaliados, os quais não estão presentes no método de Singapura.

Seguindo o conceito do BDAS, outro método de análise que pode ser apontado é o BMAS, desenvolvido por Zin et al (2004) para quantificar os projetos na Malásia. A avaliação é baseada em 6 princípios com seus respectivos fatores: projetar para uma montagem simples; encorajar padronizações/repetições; projetar para pré-fabricação, pré-montagem ou modularização; analisar acessibilidade do canteiro de obras; projetar para as habilidades de mão-de-obra disponíveis; e considerar adequação dos materiais projetados. Ao final, a construtibilidade do projeto é caracterizada como muito pobre, pobre, média, boa ou muito boa.

Alguns métodos de avaliação seguiram um caminho diferente. Baseados em modelos cognitivos, Ugwu et al (2004) propuseram tal avaliação de construtibilidade para estruturas em steel frame, apoiados no uso de técnicas de entrevista para entender a resolução de problemas e o desenvolvimento de modelos de conhecimento para avaliação automatizada de construtibilidade (ZHANG, 2016). Outro procedimento mais antigo, porém, ainda citado na literatura, foi desenvolvido por Yang et al (2003). Fundamentado na *Fuzzy Logic* (Lógica Difusa), os autores desenvolveram um sistema para apoiar a tomada de decisões quanto ao projeto com maior construtibilidade (WONG, 2007). Já Zhang et al (2016) criaram um método

de avaliação totalmente baseado na tecnologia Building Information Model (BIM). Os parâmetros de construtibilidade são inseridos no modelo de projeto em um software da plataforma BIM e, através de um plugin, verifica-se a porcentagem de ocorrência dos itens marcados, quantificando a construtibilidade no projeto.

Abaixo, encontra-se o Quadro 4, contendo os métodos de avaliação citados anteriormente, comparando seus princípios e aplicações segundo a literatura.

Quadro 4 – Comparação entre métodos de avaliação de construtibilidade (continua)

Método	Conteúdo	Escopo de Aplicação	Princípios de Avaliação	Aspectos de Avaliação
BDAS (BCA, 2005)	Um sistema utilizado para calcular as pontuações de construtibilidade como um requisito estatutário para aprovação no governo	Praticamente todos os novos edifícios residenciais, comerciais, industriais e institucionais, assim como grandes alterações e trabalhos adicionais. Existem algumas exceções.	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização • Simplificação • Elementos Integrados Individuais 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas estruturais e sistemas de telhado • Sistemas de parede (incluindo sistemas de acabamentos utilizados) • Outras características construtivas • Provisão de pontos bônus para elementos integrados individuais
BAM (WONG, 2007)	Um sistema utilizado para calcular as pontuações de construtibilidade, voltado para a indústria da construção civil de Hong Kong	Praticamente todos os novos edifícios residenciais, comerciais, industriais e institucionais, assim como grandes alterações e trabalhos adicionais. Existem algumas exceções.	(Sem descrição explícita)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas estruturais • Sistemas de lajes • Sistemas de envelope • Sistemas de telhado • Sistemas de parede interna • Sistemas de acabamento • Aspectos construtivos dos serviços • Elementos de construção • Fatores específicos do local
UGWU et al. (2004)	Um modelo de conhecimento para entender a resolução de problemas e desenvolver avaliação automatizada de construtibilidade	Estruturas em <i>steel frame</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de construtibilidade identificados por análise de protocolo 	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de métodos de aquisição • Dimensionamento de membros estruturais • Padronização dos membros • Provisão adequada de locais para prender parafusos, chapas e fendas • Acesso ao canteiro de obras • Condições do solo

Quadro 4 – Comparação entre métodos de avaliação de construtibilidade (continua)

Método	Conteúdo	Escopo de Aplicação	Princípios de Avaliação	Aspectos de Avaliação
ZIN et al. (2004)	Um sistema multiatributos desenvolvido para avaliar a construtibilidade de projeto baseado em 6 princípios e suas respectivas medidas de avaliação	(Sem descrição explícita)	<ul style="list-style-type: none"> • Projetar para montagem simples • Encorajar padronização / repetição • Projetar para pré-fabricação, pré-montagem ou modularização • Analisar a acessibilidade do canteiro de obras • Projetar para habilidades disponíveis • Considerar adequabilidade dos materiais projetados 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de processos de construção ou montagem • Dificuldade de montagem de vergalhão • Variabilidade de dimensionamento de janelas • Utilização de formas • Variabilidade de tamanho / formato / utilização / detalhamento do elemento construtivo • Número de montagem de peças fora do canteiro de obras • Localização dos elementos construtivos • Disponibilidade de habilidades exigidas • Adequabilidade de materiais
YANG et al. (2003)	Um método quantitativo que fornece um sistema viável de tomada de decisão para avaliação quantitativa de construtibilidade na etapa de projeto inicial	(Sem descrição explícita)	<ul style="list-style-type: none"> • Exigências do cliente e de construtibilidade • Características dos componentes do edifício e correlações a requisitos de cliente e construtibilidade • Pesos de importância das características de projeto para os requisitos do cliente e de construtibilidade • Índices de satisfação do cliente e de construtibilidade 	<p>Características de projeto decididas pelos membros da equipe, sendo elas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas estruturais • Sistemas de parede • Calhas para escoamento de resíduos • Banheiros • Sacadas

Quadro 4 – Comparação entre métodos de avaliação de construtibilidade (conclusão)

Método	Conteúdo	Escopo de Aplicação	Princípios de Avaliação	Aspectos de Avaliação
ZHANG (2016)	Um modelo de avaliação de construtibilidade utilizando <i>softwares</i> da plataforma BIM	(Sem descrição explícita)	<ul style="list-style-type: none"> • Consideração de modularização ou pré-montagem • Facilitar fabricação, transporte e instalação • Padronização de elementos • Considerar simplicidade, flexibilidade, sequência de instalação e disponibilidade e habilidade de mão de obra • Revisão prévia de especificações • Acessibilidade da equipe, materiais e equipamentos • Facilidade de construção sobre clima adverso • Rotatividade e inicialização do sistema de construção 	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestrutura • Pré-fabricação • Modelo reticular de peças pré-fabricadas • Dimensões padronizadas • Flexibilidade de componentes • Disponibilidade de recursos • Habilidade de mão de obra • Sequência de construção • Tempo de construção subterrânea • Envelope do edifício • Efeito do clima • Segurança • Acesso aos materiais • Acesso à equipe • Acesso aos equipamentos • Fundações adjacentes

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007; ZHANG, 2016)

2.6 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MÉTODO

Como explicado no item 2.5.1, existem várias abordagens para aplicar a construtibilidade na construção civil, como implementação de programas de construtibilidade, revisão de documentos técnicos e avaliação quantitativa de projetos. Neste trabalho, decidiu-se adotar um método quantitativo pela facilidade de visualização dos resultados através dos números, sendo um enfoque mais palpável para os engenheiros.

Dentre os diferentes métodos de avaliação de construtibilidade, escolheu-se o *Buildability Assessment Model* - BAM para este trabalho tendo em vista as características semelhantes entre a cidade para qual foi desenvolvido o método – Hong Kong – e a cidade mais próxima para qual o BAM poderia ser aplicado – Balneário Camboriú, em Santa Catarina.

A cidade catarinense é destaque no país pelos inúmeros edifícios de alta verticalização à beira-mar, sendo comumente apelidada de “Dubai” brasileira, devido à semelhança das grandes obras entre as cidades. Segundo o Guia de Imóveis 2017 da Revista Exame, através de pesquisa realizada pela Fipe (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas), Balneário Camboriú tem o metro quadrado mais valorizado do país, chegando a R\$26.576,00 no centro da cidade. Por outro lado, Hong Kong também é conhecida pelas obras de grande porte. Em 2017, foi considerada como a segunda cidade com maior custo de construção, perdendo apenas para Nova Iorque, segundo a *International Construction Costs 2017: Cost Certainty in an Uncertain World*, publicação da empresa Arcadis – líder em consultoria de projeto, engenharia e gerenciamento, tendo sua sede na Holanda. O custo de construção por metro quadrado em Hong Kong chegou a HK\$26.000,00, o equivalente a R\$12.186,20, utilizando a taxa de câmbio HK\$1,00 = R\$0,4687 de 26/10/2018 segundo o site de conversão do Banco Central do Brasil¹.

Além disso, pode-se considerar que ambas as cidades possuem alta concentração de arranha-céus em espaços pequenos, devido à falta de planejamento urbano dos governos. Existe também grande dependência de mão de obra e produtos “estrangeiros”, ou seja, que vêm de outras cidades para Hong Kong ou Balneário Camboriú. Por fim, reconhece-se que o clima subtropical úmido atuante nas cidades, além das condições semelhantes do solo características de cidades litorâneas, afetam a escolha de materiais e métodos construtivos.

Apesar de tais semelhanças, reconhece-se que o BAM foi desenvolvido especialmente para a cidade de Hong Kong. Portanto, ao longo dos cálculos, algumas adaptações foram necessárias, sendo todas devidamente justificadas no texto.

¹ <<https://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>> Acessado em 28/10/18.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será explicado o procedimento do método de cálculo escolhido para a avaliação de projetos – BAM (*Buildability Assessment Model*), assim como está descrito no documento original publicado por Wong (2007), incluindo as tabelas e variáveis a serem estudadas. Logo após, serão apresentados os três projetos fornecidos por uma empresa do ramo da construção civil, os quais foram utilizados para a quantificação da construtibilidade.

3.1 *Buildability Assessment Model* – BAM

Para entender a construtibilidade no contexto local de Hong Kong, Wong (2007) realizou um estudo sobre a questão na indústria da construção. Tal estudo foi baseado em uma série de entrevistas estruturadas com profissionais experientes na indústria e teve o objetivo de ganhar informações atualizadas sobre a construtibilidade para desenvolver um Modelo de Avaliação de Construtibilidade (BAM) na cidade. Baseado no resultado das entrevistas, foi possível elencar os elementos construtivos mais utilizados na indústria de Hong Kong e desenvolver o modelo estudado.

A pontuação máxima de construtibilidade é 100 pontos, dividindo-se em 6 sistemas construtivos principais: estrutura, laje, envelope (paredes externas), telhado, outras características construtivas – que compreendem paredes internas, sistemas de acabamentos, aspectos de serviços construtivos e elementos de construção – e fatores específicos do local. Além disso, 10 dos 100 pontos estão reservados para pontuação livre de soluções inovadoras para melhorar a construtibilidade. Como este último requisito é avaliado por profissionais da área e este trabalho é de cunho acadêmico, ele não será considerado no escopo do cálculo. Logo, a pontuação máxima que um projeto poderá obter nesse estudo é de 90 pontos.

No método, não é explícita uma escala de valores para definir pontuações de construtibilidade baixas, aceitáveis ou altas. Entretanto, para validar sua tese, Wong (2007) avaliou a construtibilidade em diversos projetos do setor público e privado de Hong Kong. Através das discussões de resultados, o autor considerou uma pontuação como baixa até, aproximadamente, 65% de aproveitamento total, sendo, acima disso, uma pontuação alta de construtibilidade. Então, para meios de análise, no trabalho serão consideradas pontuações altas a partir desse valor.

Como adaptação do método de Singapura, o autor do BAM adicionou variáveis que afetam o desempenho da construtibilidade em obra. Elas incluem os sistemas de serviços

construtivos - pois constituem grande parte do custo total de projeto (POH; CHEN, 1998); fatores específicos do local da construção, visto que cada terreno tem suas particularidades; outras características de projeto além de padronização e pré-fabricação, como o uso de equipamentos e de materiais disponíveis localmente; e consideração dos sistemas de acabamento para outras partes de um edifício, independentemente do seu custo.

No contexto de sua tese, Wong (2007) explica que o conceito de construtibilidade é entendido como a maneira que um projeto facilita a eficiência, simplicidade e segurança de construção, ou seja, como o termo britânico *buildability*. Portanto, quanto maior a pontuação de construtibilidade de um projeto, mais fácil, eficiente e segura é a sua construção no canteiro de obras. Vale destacar que, para um mesmo projeto, as pontuações de construtibilidade podem ser comparadas para que sejam feitas correções e melhorias, sendo difícil então analisar edifícios que utilizam diferentes métodos construtivos. Porém, como os projetos escolhidos neste trabalho foram fornecidos pela mesma empresa, que faz uso dos mesmos materiais de construção, as informações foram comparadas para análise.

A metodologia de cálculo do BAM se baseia em dois fatores: nos *Buildability Weightings* (BW), tradução de Peso de Construtibilidade, os quais representam a importância relativa da construtibilidade dentre diferentes componentes do projeto; e os *Buildability Indices* (BIs) – Índices de Construtibilidade, que indicam a construtibilidade relativa dos elementos individuais do projeto. Ambos os coeficientes foram derivados de entrevistas com especialistas do setor da construção, como citado anteriormente, e utilizou-se de análises estatísticas para a definição de seus valores e fatores de prioridade. As tabelas originais utilizadas para adaptação se encontram no Anexo A.

A importância relativa da construtibilidade dentre diferentes elementos do projeto, nomeada como *Buildability Weightings* (BW) pelo autor, foi definida através dos questionários. Eles indicam o quanto esses componentes influenciam na construtibilidade em um panorama geral do projeto. Os resultados, os quais estarão presentes posteriormente no cálculo, são expressos na Tabela 1 e Tabela 2. A Tabela 1 mostra os componentes gerais para a pontuação, enquanto que a Tabela 2 apresenta a importância relativa da construtibilidade (em porcentagem) das diferentes localizações dos acabamentos.

Tabela 1 - *Buildability Weightings* dos componentes do projeto

Componentes do projeto	Peso médio de importância da construtibilidade (<i>Buildability Weightings</i>)
Sistemas de Molduras Estruturais	23%
Sistemas de Lajes	14%
Sistemas de Envelopes	19%
Sistemas de Telhados	10%
Paredes internas	3%
Sistemas de acabamento	2%
Aspectos construtivos dos serviços	3%
Elementos de construção	4%
Fatores específicos do local	12%
Pontuação livre	10%
Total:	100%

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007)

Tabela 2 - *Buildability Weightings* dos elementos de sistemas de acabamentos

Localização dos acabamentos	<i>Buildability Weightings</i>
Tetos internos	20%
Paredes internas	20%
Pisos internos	20%
Paredes externas	30%
Telhado	10%
Total:	100%

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007)

Com as prioridades de importância já encontradas, o procedimento se resume, então, às seguintes etapas:

3.1.1 Superestrutura

O sistema de superestrutura do edifício abrange, no método, cinco componentes principais: estrutura (exceto lajes), lajes, envelope, telhado e paredes internas.

O cálculo da subpontuação para a estrutura é dado multiplicando a porcentagem relativa ao volume total dos elementos estruturais do sistema de construção adotado, representado por “ V_s ”, pelo *Buildability Index* correspondente (BI_s), conforme a coluna da direita do Quadro 5 apresentado a seguir. O resultado deve ser multiplicado pelo seu *Buildability Weighting* para chegar à subpontuação final. Os *Buildability Weightings* (abreviados como BW) estão presentes em cada termo da equação para todos os componentes

do cálculo em forma da pontuação máxima que se pode obter para cada elemento. Neste caso, o BW para estrutura é de 23 pontos, como pode-se observar na Equação 1:

$$\text{Subpontuação para o sistema de estrutura} = 23 \Sigma(V_s \times BI_s) \quad (1)$$

Para as lajes, a subpontuação é dada pela Equação 2:

$$\text{Subpontuação para o sistema de lajes} = 14 \Sigma(A_l \times BI_l) \quad (2)$$

A variável “ A_l ” representa a porcentagem relativa à área total do piso construído que utiliza o sistema de lajes adotado, enquanto que “ BI_l ” indica o *Buildability Index* correspondente ao sistema escolhido, o qual pode ser observado no Quadro 5. A pontuação máxima para as lajes é de 14 pontos.

O cálculo para os sistemas de envelope, telhado e paredes internas ocorre de forma similar, respectivamente pelas Equações 3, 4 e 5.

$$\text{Subpontuação para o sistema de envelope} = 19 \Sigma(A_e \times BI_e) \quad (3)$$

$$\text{Subpontuação para o sistema de telhado} = 10 \Sigma(A_r \times BI_r) \quad (4)$$

$$\text{Subpontuação para o sistema de paredes internas} = 3 \Sigma(A_w \times BI_w) \quad (5)$$

Para cada um dos sistemas acima, o resultado da subpontuação de construtibilidade se dá pelo produto: da porcentagem relativa à área total de elevação do sistema de envelope utilizado (A_e); da porcentagem relativa à área plana total de um sistema de telhado adotado (A_r) ou da porcentagem relativa à área de elevação total de um sistema de parede interna (A_w) por seu *Buildability Index* correspondente, respectivamente, “ BI_e ” para o envelope, “ BI_r ” para o telhado e “ BI_w ” para parede interna. Todos os produtos são multiplicados no final pelo BW, correspondendo a 19 pontos para o envelope, 10 pontos para o telhado e 3 pontos para paredes internas. Os valores dos *Buildability Indices* se encontram no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - *Buildability Indices* da superestrutura

Partes diferentes da superestrutura de um edifício	Sistemas de construção comuns	<i>Buildability Indices</i>
Estrutura (exceto lajes)	• Estrutura de concreto armado pré-fabricado *	1,00
	• Aço estrutural com revestimento antichamas *	0,88
	• Concreto armado moldado in loco	0,81
	• Pilares-parede moldados in loco / Blocos estruturais	0,76
	• Sistemas mistos aço-concreto	0,74
Laje	• Laje pré-fabricada com revestimento in loco *	1,00
	• <i>Steel Deck</i> coberto por camada de concreto in loco *	0,94
	• Laje de concreto armado in loco	0,74
	• Laje plana	0,65
	• Laje de concreto protendida	0,37
Envelope	• Parede de concreto pré-fabricada com janelas e acabamentos pré-instalados *	1,00
	• Parede Cortina *	0,80
	• Parede de concreto moldada in loco	0,70
	• Forma pré-acabada para lançamento de concreto in loco *	0,70
	• Bloco de concreto ou tijolo cerâmico	0,69
Telhado	• Telhado de concreto pré-fabricado *	1,00
	• <i>Steel Deck</i> coberto com concreto in loco *	1,00
	• Telhado compósito aço-concreto sobre treliças metálicas *	0,88
	• Telhado de concreto in loco	0,81
Parede interna	• Dry wall *	1,00
	• Bloco de concreto / Tijolo cerâmico	0,73
	• Parede de concreto armado moldada in loco	0,57

Fonte: adaptado pela autora (LAM; WONG, 2008; WONG, 2007)

Notas: onde as condições locais tornarem as operações de transporte e içamento difíceis ou inseguras, os respectivos *Buildability Indices* (BIs) com um asterisco devem ser multiplicados por um fator de redução 0,5.

No Anexo A, Tabela 6.3, é apresentada a tabela original para o cálculo da superestrutura pelo método BAM conforme a tese de Wong (2007). Entretanto, notou-se que os índices ali apresentados não correspondiam ao mesmo padrão dos outros sistemas, ou seja, eles não estabeleciam um ranking de prioridade, visto que os valores somados eram iguais a 1,00. Então, após revisar a literatura, encontrou-se um artigo do mesmo grupo de pesquisadores que desenvolveu o BAM contendo os índices já normalizados, segundo retratado no Quadro 5, prontos para o procedimento de cálculo. A *Figura 1* do Anexo B apresenta estes índices do artigo de Lam e Wong (2008).

3.1.2 Sistemas de acabamento

Os sistemas de acabamento avaliados dividem-se de acordo com sua localização na estrutura. Neste caso, tem-se: tetos internos, paredes internas, pisos internos, paredes externas e telhado. Primeiramente, calcula-se todos os sistemas separadamente e encontra-se um valor, nomeada por Wong (2007) de “ $BS_{finishing}$ ”, como mostra a Equação 6.

$$BS_{finishing} = 20 \sum (A_{iw} \times BI_{iw}) + 20 \sum (A_{if} \times BI_{if}) + 20 \sum (A_{ic} \times BI_{ic}) + 30 \sum (A_{ew} \times BI_{ew}) + 10 \sum (A_{rc} \times BI_{rc}) \quad (6)$$

O primeiro termo se refere aos sistemas de paredes internas. Multiplica-se a porcentagem relativa à área de elevação total do sistema de parede interna adotado (A_{iw}) pelo seu *Buildability Index* (BI_{iw}).

O segundo termo é relativo aos sistemas de pisos internos. O resultado se dá pelo produto da porcentagem relativa à área total de piso construído do sistema de pisos internos escolhido (A_{if}) pelo *Buildability Index* (BI_{if}) correspondente.

Para o terceiro termo – sistemas de tetos internos - multiplica-se a porcentagem relativa à área total de construção do sistema de tetos internos aplicado (A_{ic}) pelo seu *Buildability Index* (BI_{ic}).

Os sistemas de paredes externas são representados no quarto termo da Equação 6. O resultado é proveniente do produto da porcentagem relativa à área de elevação total do sistema de parede interna adotado (A_{ew}) pelo *Buildability Index* (BI_{ew}).

O quinto e último termo diz respeito aos sistemas de telhado. Multiplica-se, então, a porcentagem relativa à área de elevação total do sistema de telhado utilizado (A_{rc}) pelo *Buildability Index* (BI_{rc}).

Todos os valores dos *Buildability Indices* são expressos no Quadro 6. A pontuação máxima (*Buildability Weighting*) dos sistemas de paredes internas, pisos internos e tetos internos é de 20 pontos, enquanto que para as paredes externas é de 30 pontos e para o telhado é 10 pontos, sendo cada termo multiplicado pelo seu respectivo BW.

Após encontrar o valor de “ $BS_{finishing}$ ”, é necessário adaptá-lo para o cálculo total da construtibilidade junto com os outros sistemas. Dessa maneira, a subpontuação total do sistema de acabamentos é dado pela Equação 7 abaixo, onde o máximo de pontos obtidos para o total dos sistemas de acabamento é de 2 pontos.

$$\text{Subpontuação para os sistemas de acabamento} = 2 \left(\frac{BS_{finishing}}{100} \right) \quad (7)$$

Quadro 6 - *Buildability Indices* dos sistemas de acabamento (continua)

Localização	Sistema de acabamento	<i>Buildability Indices</i>
Tetos internos	• Sem acabamento (aparente/desformado)	1,00
	• Rebaixo de forro com gesso	0,75
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	0,68
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	0,57
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	0,71
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	0,63
	• Vidro (pré-instalado)	0,75
	• Vidro (fixado in loco)	0,55
	• Placa de gesso, massa corrida e tinta	0,70
Paredes internas	• Sem acabamento (aparente/desformado)	0,90
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	0,66
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	0,59
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	0,74
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	0,65
	• Porcelanato/azulejo nivelado (pré-acabado)	0,74
	• Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	0,58
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	0,70
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	0,57
	• Revestimento de metal (pré-acabado)	0,77
	• Revestimento de fibra de vidro reforçada (pré-acabado)	0,73
	• Vidro estrutural (pré-instalado)	0,73
	• Vidro estrutural (fixado in loco)	0,69
	• Placa de gesso, massa corrida e tinta	0,74
Pisos internos	• Porcelanato/azulejo nivelado (pré-acabado)	0,71
	• Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	0,63
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	0,64
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	0,59
Paredes externas	• Sem acabamento (aparente) (sobre concreto)	0,87
	• Sem acabamento (aparente) (sobre tijolo cerâmico)	0,76
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	0,74
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	0,60
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	0,76
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	0,66
	• Porcelanato/azulejo nivelado (pré-acabado)	0,72
	• Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	0,53
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	0,71
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	0,53
	• Revestimento de metal (pré-acabado)	0,76
	• Revestimento de fibra de vidro reforçada (pré-acabado)	0,70
	• Vidro (pré-instalado)	0,75
	• Vidro (fixado in loco)	0,61

Quadro 6 - *Buildability Indices* dos sistemas de acabamento (conclusão)

Localização	Sistema de acabamento	<i>Buildability Indices</i>
Telhado	• Telhado plano - Membrana impermeabilizante com camada protetora	0,73
	• Telhado plano - Impermeabilização líquida aplicada com camada protetora	0,72
	• Telhas metálicas com isolamento separado e barreira para vapor	0,66
	• Telhado de deque de metal – compósito aço-concreto	0,73
	• Telha cerâmica (para telhados inclinados)	0,51
	• Placas de PVC rígido ou fibra de vidro reforçada	0,65

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007)

3.1.3 Aspectos construtivos dos serviços

Quanto aos aspectos construtivos dos serviços, abreviado aqui como “ACS”, calcula-se a subpontuação de construtibilidade de acordo com a Equação 8.

$$\text{Subpontuação para os ACS} = 3 \frac{\sum(BI_{bs} \times cov_{bs})}{\text{Soma de todos os } BI_{bs}} \quad (8)$$

Procede-se através do somatório do *Buildability Index* (BI_{bs}) de um aspecto em particular com a sua percentagem de aplicabilidade no projeto, definida como “ cov_{bs} ”. Os valores de “ BI_{bs} ” são fornecidos no Quadro 7. Ao final, deve-se dividir o resultado pelo total de “ BI_{bs} ” de todos os Aspectos Construtivos dos Serviços e multiplicar pelo *Buildability Weighting* deste componente, que vale 3 pontos.

Quadro 7 – *Buildability Indices* para os Aspectos construtivos dos serviços

Aspectos construtivos dos serviços no projeto	<i>Buildability Indices</i>
Espaço	
• Espaço e localização apropriados para equipamentos e reservatórios (por exemplo: de preferência, que equipamentos volumosos estejam localizados no nível do solo em vez de no subsolo)	0,758
• Pé-direito adequado para tubos e dutos	0,781
• Acesso permitido para instalação de equipamentos (por exemplo: portas duplas ou aberturas reservadas com largura adequada para serem preenchidas mais tarde)	0,767
Detalhes	
• Detalhes adequados de penetração de tubulações e cabos	0,763
• Detalhes claros de instalação para componentes escondidos (por exemplo: leiaute dos condutos e caixa de ligação)	0,698
• Detalhes claros para o suporte de equipamentos (por exemplo: pedestal de concreto e construção antivibração)	0,721
Coordenação	
• Demarcação clara mostrando as interfaces entre diferentes sistemas (por exemplo: fornecimentos de água e energia com sistemas de ar condicionado)	0,800
• Coordenação entre dimensões dos tubos e espaço para canalização	0,752
• Trabalho feito preferencialmente em uma etapa para evitar ao máximo serviços ocorrendo conjuntamente (por exemplo: instalação de difusores e grades de ar condicionado e instalação de teto falso e dutos de iluminação)	0,726
Tubulação e canalização	
• Uso de dutos e tubulações pré-isolados	0,642
• Uso de dutos e tubulações flexíveis de fácil conexão	0,656
• Administração e identificação clara dos cabos, incluindo o sistema de controle das instalações elétricas	0,735
Integração	
• Uso dos Sistemas de Montagem Universal	0,693
• Uso de pacotes de equipamento com painéis de controle integrados	0,698
Uso de guindastes e gruas	
• Requisitos especificados de guindastes ou gruas para içar equipamentos em sua posição (exemplo: erguer motores e resfriadores até o telhado)	0,698
Padronização	
• Uso de componentes padronizados	0,767

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007)

3.1.4 Elementos de construção

Na Equação 9, tem-se a subpontuação de construtibilidade com relação aos elementos de construção.

$$\text{Subpontuação para elementos de construção} = 4 \frac{\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})}{\text{Soma de todos os } BI_{bf}} \quad (9)$$

De modo similar ao item anterior (“ACS”), o cálculo é feito pela soma de todos os produtos da respectiva proporção de um elemento de construção aplicável (cov_{bf}) e o *Buildability Index* (BI_{bf}) desse elemento em particular, conforme o Quadro 8. Após, divide-se o resultado pelo total de “ BI_{bf} ” de todos os Elementos de Construção e multiplica pela pontuação máxima (BW) de 4 pontos.

Quadro 8 – *Buildability Indices* para os Elementos de construção (continua)

Elementos de construção	<i>Buildability Indices</i>
Padronização	
• Uso de pilares padronizados com mesmas dimensões em corte transversal para pavimento tipo (por exemplo: 30 cm x 40 cm)	0,88
• Uso de dimensões padronizadas para vigas por todos os pavimentos (por exemplo: 30 cm x 60 cm)	0,86
• Uso de dimensões padronizadas para portas	0,85
• Uso de dimensões padronizadas para janelas e lanternins	0,88
• Uso de leiautes modulares	0,86
• Uso de alturas padronizadas para o andar	0,89
• Uso de grades horizontais repetitivas (entre apoios)	0,94
• Uso de detalhes construtivos padronizados (por exemplo: disposição dos vergalhões para vigas, paredes e pilares)	0,94
Pré-fabricação	
• Acabamentos pré-instalados para componentes pré-fabricados	0,88
• Uso de banheiros ou toaletes independentes pré-fabricados com acabamentos, louça sanitária e tubulações instaladas	0,89
• Uso de escadas pré-fabricadas	0,88
• Uso de shafts horizontais e verticais pré-fabricados, por exemplo, dutos de serviço, cabos e canaletas	0,87
Simplicidade	
• Componentes fáceis de montar in loco com instruções simples	1,00
• Projetos coordenados com o mínimo de referências	0,96
Detalhes	
• Tolerâncias razoáveis especificadas	0,93
• Detalhes ampliados fornecidos para evitar possíveis conflitos no espaço	0,90
Flexibilidade	
• Componentes e peças intercambiáveis, por exemplo, orientação esquerda/direita de equipamentos, como armários ou pias de cozinha	0,85

Quadro 8 – *Buildability Indices* para os Elementos de construção (conclusão)

Elementos de construção	<i>Buildability Indices</i>
Instalação	
• Projetar para materiais, equipamentos, produtos, peças pré-fabricadas disponíveis localmente	0,86
• Permitir detalhes de construção alternativos, por exemplo, sequência de materiais ou construção a ser proposta pelos empreiteiros	0,86
• Dimensões e pesos dos materiais e componentes são seguros para os trabalhadores manusearem utilizando a maquinaria comumente disponível	0,86
• Projetar para maquinaria e equipamento disponíveis localmente	0,84
• Projetar para mão de obra, com habilidades e conhecimentos técnicos, disponível localmente	0,91
Dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros	
• Projetos de empreiteiros especialistas são solicitados, fornecendo-se critérios de desempenho claros e orientação, caso for necessário	0,91

Fonte: adaptado pela autora (WONG, 2007)

3.1.5 Fatores específicos do local

O autor determina que a subpontuação de construtibilidade para os fatores específicos do local (abreviado aqui como “FEL”) é calculada ao se dividir a soma dos *Buildability Indices* – “ BI_{ss} ”, encontrados no Quadro 9 – daqueles fatores que foram considerados pelo projeto pelo total de “ BI_{ss} ” dos fatores aplicáveis, segundo a Equação 10, multiplicando-se pelo BW correspondente.

$$\text{Subpontuação para FEL} = 12 \frac{\Sigma(BI_{ss})}{\text{Soma de todos os } BI_{ss} \text{ aplicáveis}} \quad (10)$$

Isso é feito para assegurar que a avaliação não seja tendenciosa quando certos fatores específicos do local não forem relevantes ao projeto que está sendo avaliado. A pontuação máxima para FEL é de 12 pontos.

Quadro 9 – *Buildability Indices* para os Fatores específicos do local (continua)

Fatores específicos do local	Buildability Indices
Ambiente circundante	
• Permitir áreas de depósito temporário para construção	0,78
• Permitir que o espaço de trabalho possibilite uma construção segura	1,00
• Identificar acessos temporários e estradas de saída para operações na construção	0,93
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a edifícios ou estruturas vulneráveis, por exemplo, construções antigas e dilapidadas	0,84
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é adjacente a construções ou estruturas ocupadas	0,70
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a outros locais de construções	0,76
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a calçadas para pedestres	0,90
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é limítrofe a declives ou muros de contenção	0,99
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local está em declive	0,81
• Projeto do edifício fornece maior espaço aberto do que a taxa de ocupação do canteiro	0,96
• Informações sobre serviços, por exemplo, encanamentos de esgoto, dutos de gás da cidade ou cabos elétricos/telecomunicação, localizados abaixo do solo devem ser fornecidos claramente	0,89
• Projeto do edifício leva em consideração a situação quando o local é adjacente a áreas que contêm água, por exemplo, enseadeiras para obras próximas ao mar, rios, reservatórios ou lagos	0,95
• Projeto do edifício leva em consideração a dificuldade em instalar cercas, guindastes ou escoras a construções adjacentes	0,79
Formato da implantação da construção em relação à configuração local	
• Permitir o movimento da maquinaria com raio de giração adequado	0,94
Perigos	
• Local limpo de substâncias perigosas conhecidas pela equipe de projeto, por exemplo, amianto	0,83
• Precaução foi tomada durante o projeto contra estabelecimentos perigosos perto do local da obra, por exemplo, adjacente a estações de energia, cabos de alta tensão subterrâneos ou suspensos ou depósitos de gás/petróleo	0,92
Construção subterrânea	
• Projeto da obra permanente que facilite o projeto de trabalhos temporários e sua construção, por exemplo, pilares utilizados para apoiar plataformas temporárias	0,95
• Evidência clara de consideração pela segurança incorporada no projeto	0,97
• Evidência clara de considerações incorporadas no projeto para minimizar a entrada da água e dificuldades geotécnicas, como falhas e buracos	1,01

Quadro 9 – *Buildability Indices* para os Fatores específicos do local (conclusão)

Fatores específicos do local	Buildability Indices
Preservação	
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, adjacentes ao local da obra	0,81
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, dentro do local da obra	0,95
Resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo / Cliente / Usuários, etc.	
• Resoluções do projeto quanto a restrições de horas trabalhadas, por exemplo, projetar passarelas pré-fabricadas sobre estradas movimentadas em vez de fabricá-las in loco	0,83
• Resoluções do projeto quanto a restrições da sequência de construção, por exemplo, lajes que permitam (grandes) aberturas em obras de subsolo com sequência de construção de cima para baixo	0,95
• Resoluções do projeto quanto à disponibilidade de serviços de utilidade temporários, por exemplo, projetar pontos de poço para fornecer água em obras de áreas remotas	0,91

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

3.1.6 Pontuação total de construtibilidade (*BScore*)

A pontuação total (*BScore*) representa a construtibilidade de um projeto, ou seja, numa escala de 1 a 100, o quanto esse projeto facilita a eficiência, produtividade e segurança da construção. Somando-se todas as subpontuações dos componentes anteriores, tem-se a estrutura final da equação para o cálculo desenvolvida por Wong (2007), a qual é mostrada a seguir pela Equação 11. É importante lembrar que, para este trabalho, a pontuação máxima obtida poderá ser de 90 pontos, já que os 10 pontos extras – identificados na equação como “*Bônus*” – por soluções inovadoras de construtibilidade não serão consideradas (conforme mencionado na seção 3.1).

$$\begin{aligned}
 \textbf{BScore} = & \mathbf{23} \Sigma(V_s \times BI_s) + \mathbf{14} \Sigma(A_l \times BI_l) + \mathbf{19} \Sigma(A_e \times BI_e) + \mathbf{10} \Sigma(A_r \times BI_r) + \\
 & \mathbf{3} \Sigma(A_w \times BI_w) + \mathbf{2} \left(\frac{BS_{finishing}^*}{100} \right) + \mathbf{3} \frac{\Sigma(BI_{bs} \times cov_{bs})}{\text{Soma de todos os } BI_{bs}} + \mathbf{4} \frac{\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})}{\text{Soma de todos os } BI_{bf}} + \\
 & \mathbf{12} \frac{\Sigma(BI_{ss})}{\text{Soma de todos os } BI_{ss} \text{ aplicáveis}}
 \end{aligned} \tag{11}$$

onde, pela Equação 6:

$$\begin{aligned} * BS_{finishing} = & \mathbf{20} \sum (A_{iw} \times BI_{iw}) + \mathbf{20} \sum (A_{if} \times BI_{if}) + \mathbf{20} \sum (A_{ic} \times BI_{ic}) + \\ & \mathbf{30} \sum (A_{ew} \times BI_{ew}) + \mathbf{10} \sum (A_{rc} \times BI_{rc}) \end{aligned} \quad (6)$$

3.2 CONTATO COM A EMPRESA E DESCRIÇÃO DOS PROJETOS

Como apresentado anteriormente no item 2.6, o método de avaliação de construtibilidade foi definido de acordo com a sua possível aplicabilidade em obras de cidades locais. Com isso, buscou-se então empresas que atuassem no ramo de grandes empreendimentos em Balneário Camboriú – SC. Dentre elas, uma se mostrou muito solícita e prestativa, a qual denominaremos aqui de Empresa XY, a fim de proteger sua identidade. Com mais de 20 anos de atuação no setor da construção civil, a empresa tem sede em Florianópolis e Balneário Camboriú e se dedica à administração de projetos residenciais, comerciais e industriais.

Através do contato com o engenheiro civil da Empresa XY, foram obtidos os projetos arquitetônicos, estruturais e memorial descritivo de três obras de grande porte. Destas, duas foram já realizadas e uma em construção, sendo descritas abaixo. Como observado pelo profissional, as três obras são similares. Portanto foi utilizado o mesmo memorial descritivo para a avaliação de construtibilidade. Os demais projetos foram disponibilizados em formato “.dwg” e “.DXF”, portanto, utilizou-se o software de desenho AutoCAD para sua análise.

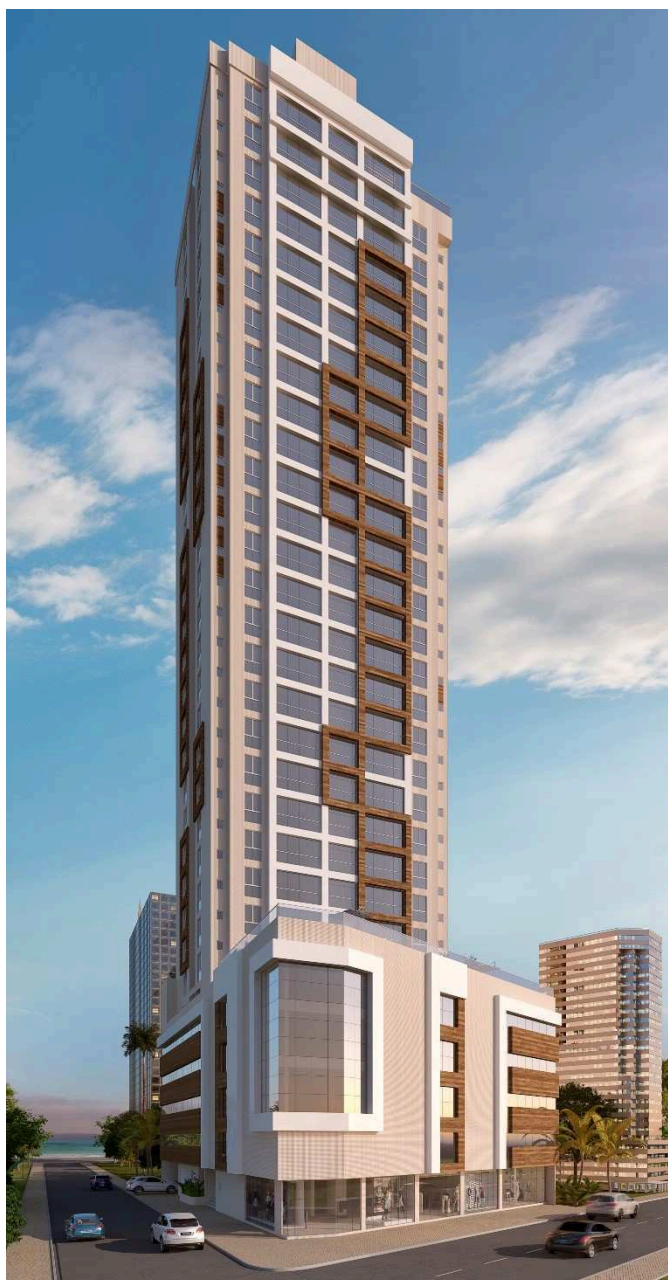
Com o projeto arquitetônico, foi possível obter informações quanto às áreas de paredes e pisos, utilizadas para o cálculo dos acabamentos nas áreas comuns e unidades autônomas. Pelo projeto estrutural, entendeu-se alguns aspectos dos elementos de construção necessários no cálculo, como os itens “padronização” e “detalhes”.

A seguir, encontra-se uma breve descrição das obras a serem analisadas.

3.2.1 Edifício 1

O primeiro projeto obtido se refere à obra ainda em construção na cidade de Balneário Camboriú. A fachada do edifício conforme o projeto é mostrada na Figura 2.

Figura 2 – Fachada do Edifício 1



Fonte: site da Empresa XY

O edifício residencial e comercial será constituído de:

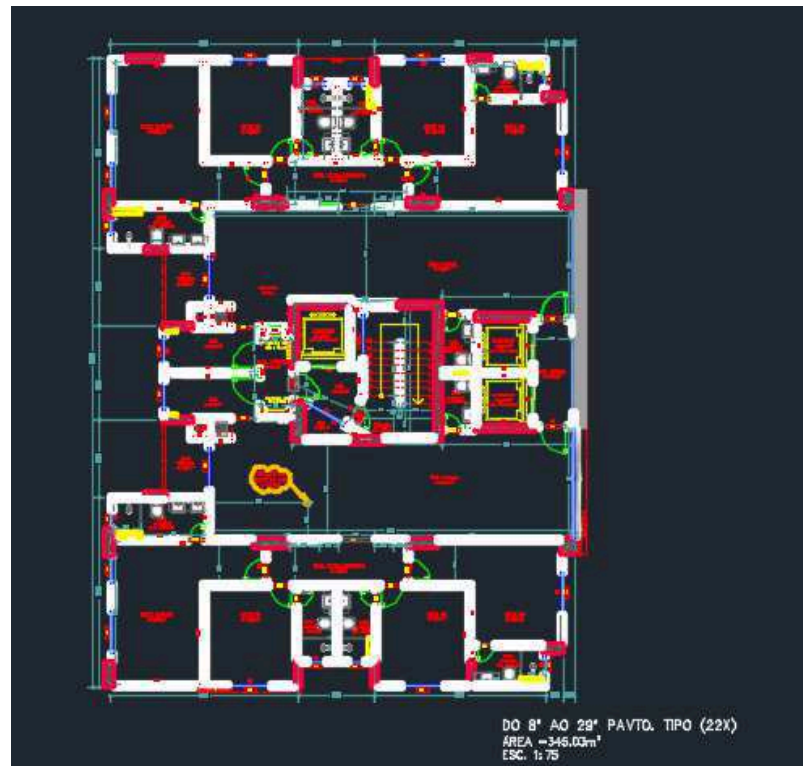
- 1 pavimento subsolo – constituído de vagas de garagem, sala de gerador, sala de motoventiladores, casa de bombas, cisterna, rampa e plataforma PNE de acesso ao pavimento térreo, escada e poços de elevador;
- 1 pavimento térreo – constituído de vagas de garagem, hall de acesso, guarita, salas comerciais, sala nobre, sala de praia, depósito de lixo, central GLP, acesso PNE, rampas de acesso ao subsolo e garagem, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;

- 4 pavimentos de garagem – constituídos de vagas de garagem, circulação de veículos com rampa de acesso, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 1 pavimento convivência – constituído de espaço gourmet, sauna, SPA, academia, BWC, cinema, sala de jogos, brinquedoteca, playground, espaço kids, salão de festas, lavabos, piscinas adulto e infantil, circulações, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 1 pavimento diferenciado – constituídos de duas unidades autônomas, com terraço e piscina privativos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- 22 pavimentos tipo – constituídos de duas unidades autônomas em cada pavimento, totalizando 44 apartamentos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- 1 pavimento ático – constituído de uma unidade autônoma, com terraço e piscina privativos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- Casa de máquinas e reservatório superior.

Os apartamentos do pavimento diferenciado e tipo são compostos por: área social (cozinha, sala de jantar e estar), área de serviço, 4 suítes, circulação íntima e lavabo. Já a unidade autônoma da cobertura possui área de lazer, hall social, área social (cozinha, sala de jantar e estar), despensa, área de serviço, lavabo, 4 suítes, circulação e circulação íntima.

Uma das características que a diferem das demais obras analisadas é a presença da construção subterrânea (pavimento subsolo). A Figura 3 mostra a planta do pavimento tipo do Edifício 1, enquanto que a Figura 4 representa a forma do 9º pavimento tipo, ambas tiradas dos projetos no AutoCad.

Figura 3 – Planta do pavimento tipo (8º ao 29º pavimento) do Edifício 1



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

Figura 4 – Forma do 9º pavimento tipo do Edifício 1



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

No memorial descritivo estavam descritas a composição dos pavimentos do empreendimento e especificações técnicas dos materiais de acabamento das unidades autônomas e das áreas comuns, informações essenciais para a determinação do cálculo. O Quadro 10 representa parte do Memorial descritivo do Edifício 1, que será utilizado para o Edifício 2 e Edifício 3.

Quadro 10 – Especificações técnicas dos materiais de acabamento do Edifício 1

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO	
Unidades Autônomas	
Sala de estar / jantar e circulação:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVA branco; • Teto: massa niveladora ou massa PVA e pintura PVA branco;
Cozinha:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato; • Parede: cerâmica na parede da pia; • Teto: massa niveladora ou massa PVA e pintura PVA branco.
Área de serviço:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato ou cerâmica; • Parede: cerâmica; • Teto: forro de gesso, massa PVA e pintura PVA branco.
Lavabo:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVA branco; • Teto: massa niveladora ou massa PVA e pintura PVA branco.
Suítes:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato, cerâmica ou laminado de madeira; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVA branco; • Teto: massa niveladora ou massa PVA e pintura PVA branco.
Banheiros:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: porcelanato ou cerâmica; • Parede: cerâmica; • Teto: forro de gesso, massa PVA e pintura PVA branco.
Áreas comuns	
Hall dos elevadores:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: granito, cerâmica ou porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA ou textura e pintura acrílica; • Teto: massa niveladora ou rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco.
Escada enclausurada e antecâmara:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: cimentado alisado ou cerâmica; • Parede: reboco e pintura acrílica cor branco; • Teto: massa niveladora e pintura acrílica cor branco.
Hall de entrada:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: granito, cerâmica ou porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVC branco; • Teto: rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco.

Quadro 10 – Especificações técnicas dos materiais de acabamento do Edifício 1

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO	
Áreas comuns	
Área de convivência:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: granito, cerâmica ou porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVC branco; • Teto: rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco.
Guarita:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: granito, cerâmica ou porcelanato; • Parede: reboco, massa PVA e pintura PVC branco; • Teto: rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco.
Garagens:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: cimentado alisado e marcação das vagas com pintura; • Parede: reboco com textura acrílica branca, com faixas de sinalização; • Teto: laje aparente.
Depósito de lixo:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso e parede: cerâmico. • Teto: reboco e pintura acrílica branca.
Central de gás:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: cimentado alisado; • Parede: reboco com pintura PVA branco; • Teto: reboco com pintura PVA branco.
Barrilete e casa de máquinas:	<ul style="list-style-type: none"> • Piso: cimentado alisado; • Parede: reboco com pintura PVA branco; • Teto: reboco com pintura PVA branco.
Fachadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Parede: reboco com textura e pintura acrílica e/ou revestimento cerâmico, conforme projeto de arquitetura

Fonte: memorial descritivo fornecido pela Empresa XY

3.2.2 Edifício 2

O segundo projeto fornecido diz respeito a uma das obras já concluídas pela Empresa XY. A seguir, pela Figura 5, tem-se a fachada do edifício.

Figura 5 – Fachada do Edifício 2



Fonte: site da Empresa XY

O edifício, que também é residencial e comercial, constitui-se de:

- 1 pavimento térreo – constituído de hall de acesso, guarita, sala nobre, sala de praia, salas comerciais, depósito de lixo, central GLP, acesso PNE, rampa de acesso aos pavimentos de garagem, poços de elevador, casa de pressurização, antecâmara e escada enclausurada;
- 1 pavimento mezanino – constituído dos mezaninos das salas comerciais, hall, circulação, lounge, poços de elevador, rampa de acesso aos pavimentos de garagem, antecâmara e escada enclausurada;
- 3 pavimentos de garagem – constituídos de vagas de garagem, circulação de veículos com rampa de acesso, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;

- 1 pavimento convivência – constituído de espaço gourmet, sauna, academia, BWC, cinema, sala de jogos, brinquedoteca, salão de festas, copa, lavabos, piscinas adulto, circulações, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 17 pavimentos tipo – constituídos de duas unidades autônomas em cada pavimento, totalizando 34 apartamentos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- 1 pavimento cobertura – constituído de uma unidade autônoma, com terraço e piscina privativos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- Casa de máquinas e reservatório superior.

Os apartamentos dos 17 pavimentos tipo são compostos por 3 suítes, circulação íntima, sala de jantar e estar, cozinha gourmet, área de serviço e lavabo. No pavimento cobertura, o apartamento possui cozinha gourmet, área de serviço, área social (a qual inclui estar, jantar e sala de tv), home office, lavabo, 4 suítes e circulação íntima.

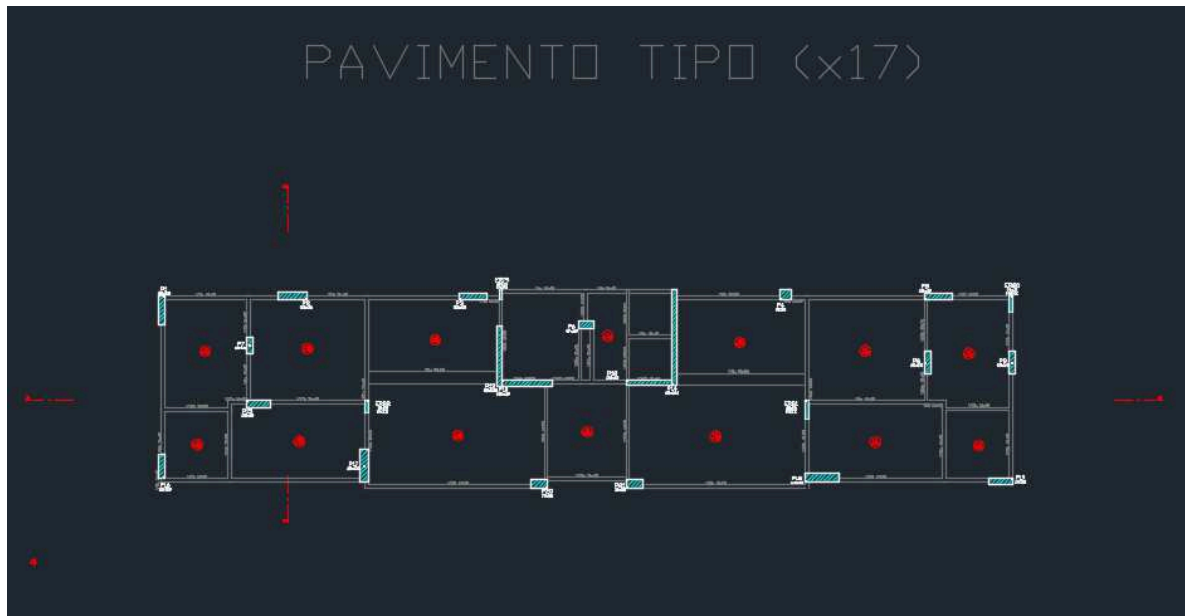
As Figuras 6 e 7 demonstram, respectivamente, a planta e a forma do pavimento tipo do Edifício 2 no programa AutoCAD. Quanto ao memorial, utilizou-se o mesmo exemplificado pelo Quadro 10 no item anterior.

Figura 6 – Planta do pavimento tipo (7º ao 23º pavimento) do Edifício 2



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

Figura 7 – Forma do pavimento tipo do Edifício 2



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

3.2.3 Edifício 3

Por fim, o terceiro projeto fornecido é a outra obra já finalizada pela Empresa XY. A fachada do Edifício 3 pode ser visto como no projeto, conforme a Figura 8.

O empreendimento residencial e comercial é formado de:

- 1 pavimento térreo – constituído de hall de acesso, guarita, sala nobre, sala de praia, salas comerciais, depósito de lixo, central GLP, acesso PNE, casa de bombas, casa de pressurização, rampas de acesso aos pavimentos de garagem, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 4 pavimentos de garagem – constituídos de vagas de garagem, circulação de veículos com rampa de acesso, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 1 pavimento convivência – constituído de espaço gourmet, academia, BWC, cinema, sala de jogos, playground, terraço, brinquedoteca, salão de festas, lavabos, piscinas adulto e infantil, circulações, poços de elevador, antecâmara e escada enclausurada;
- 1 pavimento diferenciado – constituídos de uma unidade autônoma, com terraço privativo, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;

- 22 pavimentos tipo – constituídos de uma unidade autônoma em cada pavimento, totalizando 22 apartamentos, além de poços de elevador, antecâmara, escada enclausurada e áreas técnicas para condensadoras;
- Casa de máquinas e reservatório superior.

Figura 8 – Fachada do Edifício 3

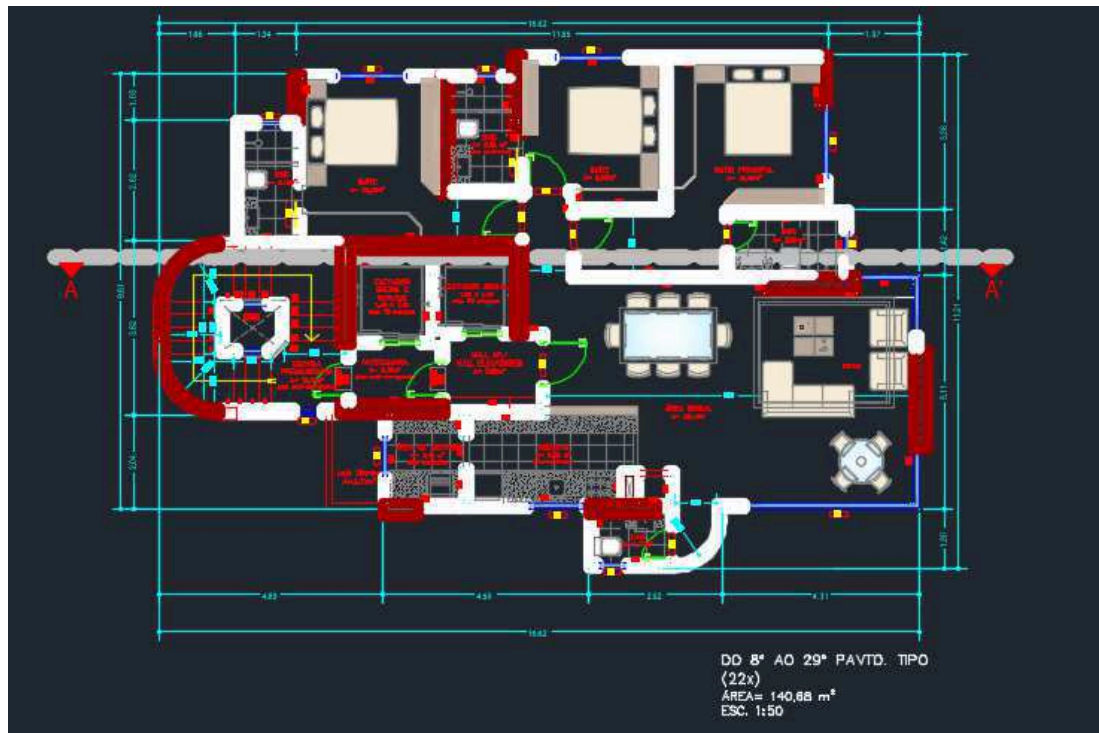


Fonte: site da Empresa XY

As unidades autônomas do pavimento diferenciado e dos 22 pavimentos tipo possuem 3 suítes, área social (estar e jantar), cozinha, área de serviço e lavabo.

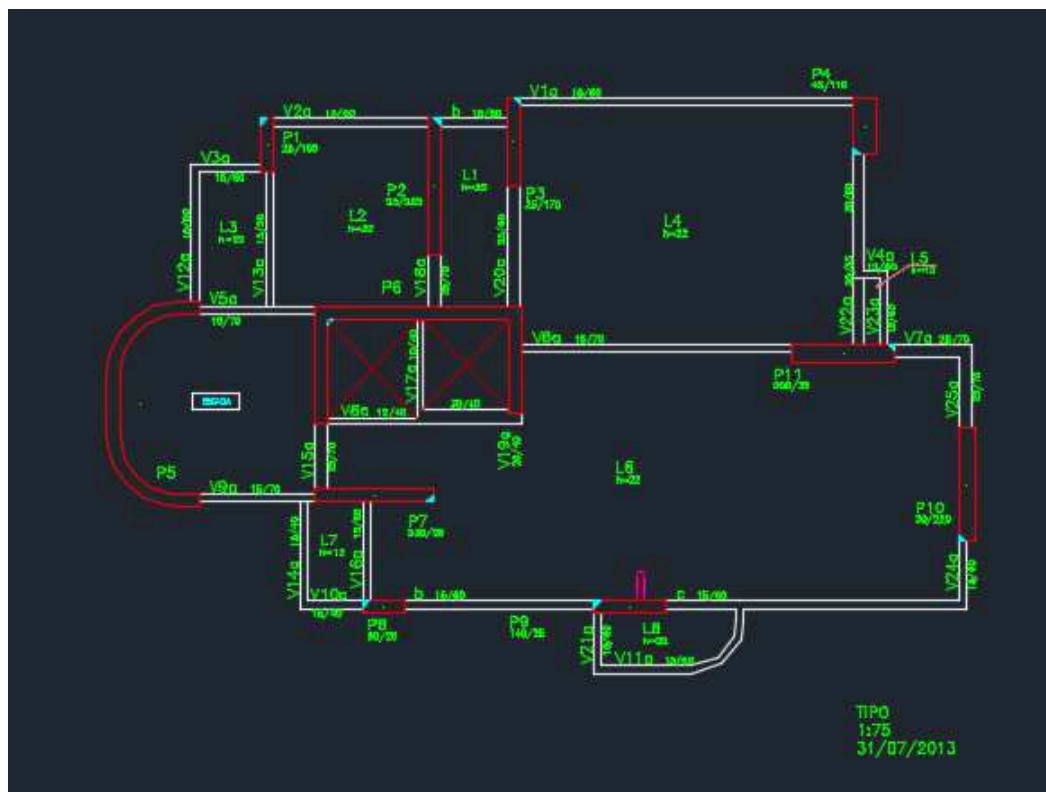
As Figuras 9 e 10 demonstram, respectivamente, a planta e a forma do pavimento tipo do Edifício 2 no programa AutoCAD. Quanto ao memorial, utilizou-se o mesmo exemplificado pelo Quadro 10 no item 3.2.1.

Figura 9 – planta do pavimento tipo do Edifício 3



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

Figura 10 – forma do pavimento tipo do Edifício 3



Fonte: projeto fornecido pela Empresa XY

3.3 QUESTIONÁRIO

Apesar de ter acesso aos projetos estruturais, arquitetônicos e o memorial descritivo das obras em questão, algumas informações dependiam das equipes responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos ou pelo trabalho no canteiro de obras. Então, elaborou-se um questionário baseado em todas as tabelas necessárias para o cálculo da pontuação de construtibilidade, o qual foi enviado para o engenheiro responsável a fim de que se obtivessem as respostas mais fieis possíveis de acordo com o planejamento da obra. Foram analisados os dados contidos nas tabelas originais e, após discussão com o grupo de pesquisa ao qual pertence a autora, alguns itens foram retirados por serem considerados desnecessários ou não aplicáveis. Após, para não influenciar as respostas do engenheiro, omitiu-se a pontuação de construtibilidade de cada item.

Desse modo, o questionário foi estruturado em alternativas para assinalar e algumas opções ainda permitiam a indicação do percentual de aplicabilidade do item assinalado na obra em questão. Ele foi dividido com base no procedimento de cálculo em:

- Superestrutura: marcar os sistemas de construção utilizados na estrutura, lajes, envelope, telhado e paredes internas, além de marcar o percentual de aplicabilidade na obra;
- Sistemas de acabamento: indicar quais acabamentos foram usados nos tetos internos, paredes internas, pisos internos, paredes externas e telhado.
- Aspectos construtivos dos serviços: marcar as opções características do projeto relativas a espaço, detalhes, coordenação, tubulação e canalização, uso de guindastes e gruas e padronização;
- Elementos de construção: marcar as opções características do projeto quanto à padronização, pré-fabricação, simplicidade, detalhes, flexibilidade, instalação e dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros;
- Fatores específicos do local: assinalar as opções consideradas no projeto referentes ao ambiente circundante, formato da implantação da construção em relação à configuração do local, perigos, construção subterrânea, preservação e resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo / Cliente / Usuários, etc.

Algumas ressalvas podem ser feitas quanto ao desenvolvimento e preenchimento deste questionário. Um item dos “aspectos construtivos dos serviços”, relacionado à “integração”, foi

omitido do formulário por acreditar se tratar de construções mais internacionalizadas. Tal item diz respeito ao uso de sistemas de montagem universal e uso de pacotes de equipamento com painéis de controle integrados. Por ser um método internacional e a tradução ao português por vezes é difícil, pois não se encontrava termos parecidos com os utilizados no Brasil, foi decidido retirá-lo.

Para os sistemas de acabamento, o engenheiro recomendou que se verificasse o memorial descritivo para maiores detalhes, como foi apresentado no item anterior. Além disso, no item “elementos de construção”, seção “padronização”, indicou-se que fossem marcadas as alternativas características da obra caso não fosse disponibilizado o projeto estrutural, mas, como foi possível o acesso ao projeto, este item não foi respondido no questionário original.

Por fim, o modelo do questionário desenvolvido está presente no Apêndice A.

4 RESULTADOS

Com base nos dados fornecidos pela empresa através dos projetos, memoriais e questionários, foi possível a análise da pontuação da construtibilidade dos três edifícios através do método BAM. A seguir, dos itens 4.1 a 4.6, serão detalhados os cálculos e os procedimentos necessários para se chegar aos resultados finais da pontuação. No item 4.7 será feita uma comparação entre os resultados e discussão mais aprofundada, sugerindo alterações para a melhoria da construtibilidade, conforme especificado no método.

4.1 SUPERESTRUTURA

Os Edifícios 1, 2 e 3 são constituídos de uma estrutura de concreto armado moldado in loco, lajes e telhado de concreto armado in loco, além de envelope e paredes internas de tijolo cerâmico. Como os três projetos apresentam as mesmas características para superestrutura, eles possuem a mesma subpontuação para este item.

Através do Quadro 5, retirou-se os índices de construtibilidade necessários para o cálculo e foram aplicadas as Equações 1 a 5 da seção 3.1.1, resultando na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Subpontuação para superestrutura dos Edifícios 1, 2 e 3

Parte	Porcentagem relativa (V_x ou A_x)	<i>Buildability</i> Index	Subpontuação	Aproveitamento (%)
Estrutura	100%	0,81	18,63	81%
Lajes	100%	0,74	10,36	74%
Envelope	100%	0,69	13,11	69%
Telhado	100%	0,81	8,10	81%
Paredes internas	100%	0,73	2,19	73%
Subpontuação total:			52,39	76%

Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que este item da pontuação obteve 76% de aproveitamento, com 52,39 pontos, pois a pontuação total que se poderia ter com “superestrutura” era 69 pontos. As partes de maior construtibilidade mostraram-se ser da estrutura e do telhado, sendo de concreto armado moldado in loco, enquanto que o envelope de tijolo cerâmico obteve o menor aproveitamento entre todas as localizações avaliadas.

4.2 SISTEMAS DE ACABAMENTO

Este termo da pontuação de construtibilidade mostrou-se o mais trabalhoso para todos os projetos, tanto para a adaptação de termos para o português quanto para o procedimento de cálculo. A fim de se obter os dados para a avaliação, era necessário que se tivesse as áreas de cada acabamento para todos os cômodos e pavimentos. Para isso, utilizou-se as plantas e elevações fornecidas nos projetos arquitetônicos, além de uma ferramenta no software AutoCAD.

É importante salientar que o método BAM não detalha o procedimento de cálculo para as áreas externas que podem ser encontradas nos projetos, como deck, piscina e playground. Portanto considerou-se apenas a análise específica das áreas internas do edifício em si, valendo para a avaliação dos 3 projetos em questão.

Ainda, alguns cômodos presentes nos projetos, como sala de praia, salas comerciais e sala de bombas não tinham seus acabamentos descritos no memorial descritivo, portanto, para eles, foi considerado os mesmos acabamentos de cômodos semelhantes no mesmo pavimento, sendo devidamente identificados.

Os detalhes de cálculo serão descritos abaixo.

4.2.1 Paredes internas

4.2.1.1 Edifício 1

Os principais sistemas de acabamento das paredes internas para as áreas comuns e unidades autônomas foram identificados no memorial descritivo. Como o método foi desenvolvido na língua inglesa, houve dificuldade para tradução dos termos para o português, e os materiais utilizados no memorial não eram exatamente aqueles descritos nas traduções dos quadros originais, conforme apresentado no item 3.1.2.

Logo, para este subitem e de tetos internos, foi necessário adaptar os materiais com o que mais se aproximava à tradução ou de acordo com a semelhança dos materiais utilizados e método de aplicação, conforme discussão com o grupo de pesquisa. O resultado dessa adaptação para as paredes internas pode ser visto no Quadro 11 abaixo, válida também para o Edifício 2 e 3.

Quadro 11 – Adaptação dos acabamentos de paredes internas para o método BAM

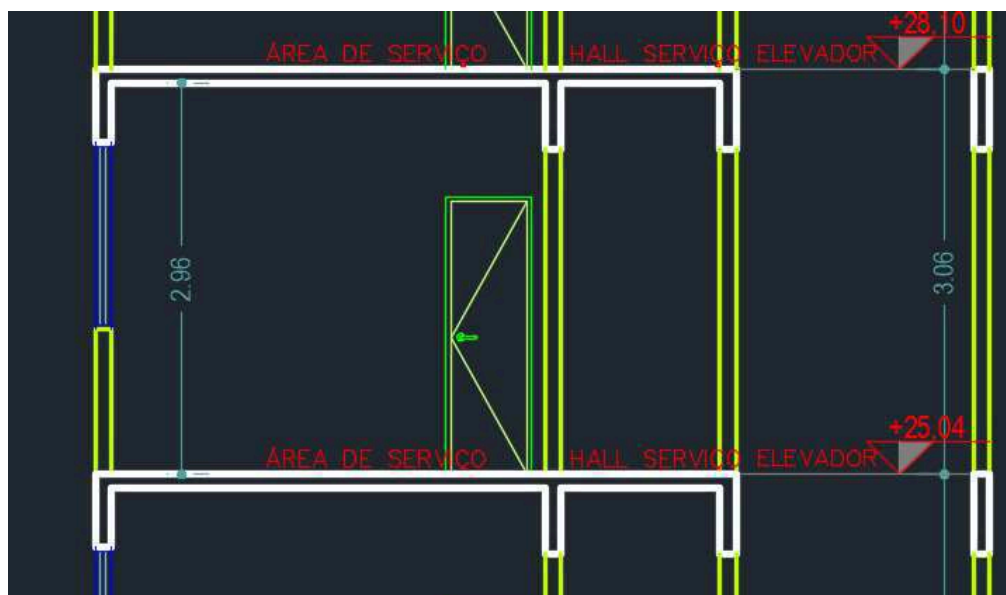
Descrição do acabamento no memorial descritivo	Adaptação para o método BAM
Reboco, massa PVA e pintura PVA branco	Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)
Reboco, massa PVA ou textura e pintura acrílica	
Reboco e pintura acrílica cor branco	
Reboco, massa PVA e pintura PVA branco	
Reboco com textura acrílica branca, com faixas de sinalização	
Cerâmica	Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A seguir, com essa adaptação e tendo os índices de cada item pelo Quadro 6 (seção 3.1.2), era necessário obter as áreas das paredes internas de cada cômodo. Isso foi dado pelo produto da altura útil pelo perímetro de cada cômodo, subtraindo-se as áreas das esquadrias presentes (portas e janelas).

A altura útil de cada pavimento foi obtida de acordo com os cortes fornecidos nos projetos arquitetônicos e utilizando o comando “*dimension*” do programa AutoCAD, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Altura útil da área de serviço do pavimento tipo do Edifício 1



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

As áreas das esquadrias de cada cômodo foram retiradas do quadro de aberturas do próprio projeto, definido pela Tabela 4 abaixo.

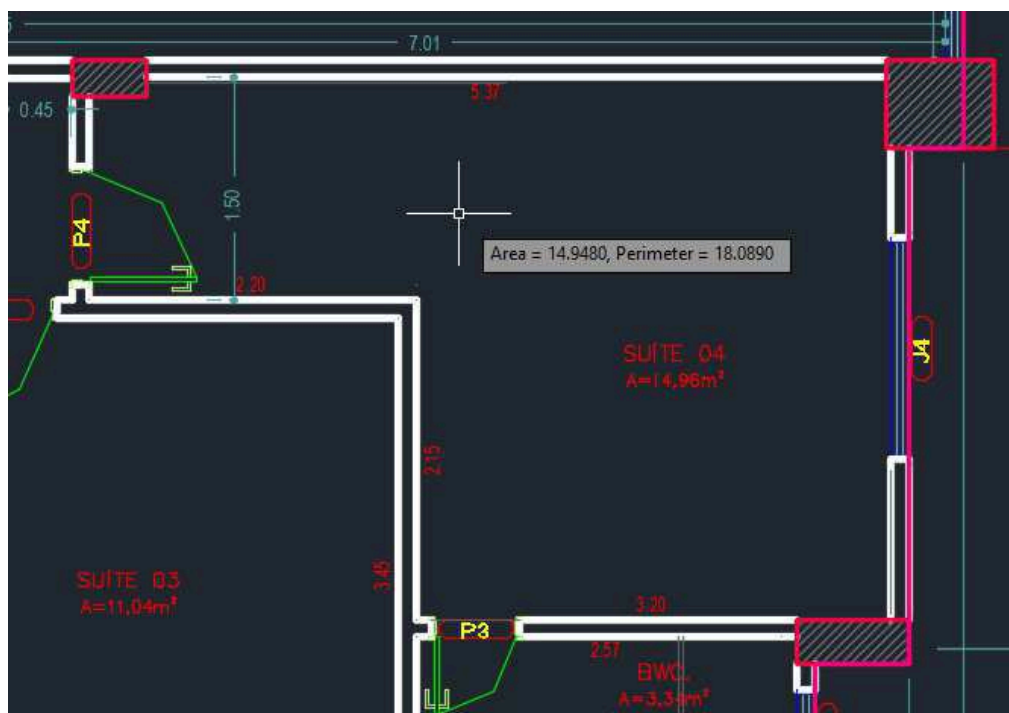
Tabela 4 – Quadro de aberturas do projeto do Edifício 1

Tipo	Largura (m)	Altura (m)	Área (m²)
P1	0,90	2,10	1,89
P2	0,90	2,10	1,89
P3	0,70	2,10	1,47
P3a	0,60	2,10	1,26
P4	0,80	2,10	1,68
P5	0,90	2,10	1,89
P6	0,80	1,80	1,68
P7	1,30	2,10	2,73
P8	0,90	2,10	1,89
P9	0,60	2,10	1,26
P10	1,80	2,10	3,78
P11	0,60	2,10	1,26
P12	0,80	2,10	1,68
P13	0,90	2,10	1,89
P14	1,15	2,10	2,42
P15	0,80	2,10	1,68
J1	1,00	1,00	1,00
J2	1,50	1,20	1,80
J3	0,60	0,70	0,42
J4	1,50	2,05	3,08
J5	1,00	1,20	1,20
J6	3,92	2,05	8,04
J7	3,64	0,90	3,28
J8	1,30	0,60	0,78
PJ1	3,17	2,10	6,66
PJ2	1,50	2,10	3,15
PJ3	2,21	2,10	4,64
PJ4	1,92	2,10	4,03
PJ5	3,92	2,10	8,23
PL	1,20	1,80	2,16

Fonte: elaborado pela autora, com base no projeto fornecido pela Empresa XY.

Ainda, o perímetro foi calculado através do comando “*area*” do software AutoCAD, o qual fornece os dados precisos de área e perímetro do objeto selecionado. A Figura 12 fornece um exemplo desse comando para a Suíte 04.

Figura 12 – Exemplo do comando “area” no software AutoCAD, para o Edifício 1



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Assim, seguiu-se ao cálculo da subpontuação para as paredes internas, sendo necessária a adaptação mencionada anteriormente. Os dois sistemas de acabamento identificados no memorial descritivo foram: “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)” e “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”. Para os cômodos: “motoventiladores”, “bombas” e “sala do gerador” do pavimento subsolo, “salas comerciais” e “sala de praia” do pavimento térreo adotou-se o acabamento “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”. Ainda no pavimento térreo, para a área molhada “lava pés” utilizou-se “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”. Para o pavimento convivência, aplicou-se para “SPA” e “sauna” o acabamento “Porcelanato/azulejo nivelado”, também para a parede da pia e da geladeira no “salão de festas” e “espaço gourmet” conforme especificado para o cômodo “cozinha” no memorial descritivo. A planilha completa com os cálculos se encontra no Apêndice B.

Com os resultados da planilha, calculou-se então a subpontuação para as paredes internas, conforme a Tabela 5, aplicando o primeiro termo da Equação 6.

Tabela 5 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 1

Paredes internas	A_{iw}	BI_{iw}	$\Sigma(A_{iw} \times BI_{iw})$
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	83,77%	0,59	0,49
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	16,23%	0,58	0,09
Subpontuação total:			11,77
Aproveitamento:			59%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Como pode ser observado, tem-se que a subpontuação de paredes internas é de 11,77 pontos. O aproveitamento total deste subitem é de 59%, já que a pontuação máxima que poderia ser obtida é 20 pontos. Mais de 80% da estrutura foi definida com acabamento de reboco e tinta, porém os dois acabamentos avaliados possuem praticamente o mesmo *Buildability Index*, então mesmo se as proporções de áreas desses dois itens fossem alteradas, a pontuação seria muito parecida com a obtida.

4.2.1.2 Edifício 2

Pelo fato de se utilizar um único memorial descritivo para os três projetos, conforme indicado pelo engenheiro contatado, foram avaliados os mesmos sistemas de acabamento para as áreas comuns e unidades autônomas. As adaptações de tradução feitas para o Edifício 1, como mostra o Quadro 11 do item 4.2.1.1, foram também aplicadas para o Edifício 2.

Logo após, obteve-se as áreas das paredes internas de cada cômodo pelos cortes do projeto arquitetônico, utilizando-se do mesmo comando “*dimension*” no programa AutoCAD, como explicado para o Edifício 1; e pelo comando “*area*”, retirou-se os dados dos perímetros das localizações (ver Figuras 11 e 12). As áreas das esquadrias foram adaptadas da Tabela 4, a qual descreve o quadro de aberturas utilizadas no projeto anterior, pois para o Edifício 2 não havia especificações quanto às portas e janelas.

Assim sendo, prosseguiu-se ao cálculo da subpontuação para as paredes internas. Os dois sistemas de acabamento identificados no memorial descritivo foram: “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)” e “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”. Foram feitas algumas adaptações, como mencionado anteriormente.

- No pavimento térreo, foi adotado o acabamento “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)” para os cômodos “salas comerciais”, “sala do gerador”, “sala de

praia/bicicletário”, “bombas”, “casa de baterias”, “sala nobre” e “casa de pressurização”, seguindo o especificado no memorial descritivo para cômodos semelhantes.

- Ainda no pavimento térreo, para a “sala comercial 06” utilizou-se “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)” na parede da pia. Para o pavimento convivência, aplicou-se para “SPA” e “sauna” o acabamento “Porcelanato/azulejo nivelado”, também para a parede da pia e da geladeira no “salão de festas” e “espaço gourmet” conforme especificado para o cômodo “cozinha” no memorial descritivo.
- Para o pavimento mezanino, adotou-se reboco e tinta nos cômodos “mezaninos”, “lounge” e “estar”, sendo que no último também se adotou porcelanato/azulejo na parede onde se localiza a pia.
- Para o pavimento convivência, adotou-se reboco e tinta, exceto pelos cômodos: “sauna”, “ducha” e “copa”, por serem áreas molhadas, e na parede da pia e da geladeira do cômodo “gourmet”.

Através do produto da altura útil pelo perímetro, descartando as áreas das esquadrias, obteve-se então as áreas das paredes internas de cada cômodo. A planilha completa com os cálculos se encontra no Apêndice C. Com os índices do Quadro 6 (seção 3.1.2) e os resultados da planilha, calculou-se então a subpontuação para as paredes internas, aplicando o primeiro termo da Equação 6, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 2

Paredes internas	A_{iw}	BI_{iw}	$\Sigma(A_{iw} \times BI_{iw})$
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	72,61%	0,59	0,43
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	27,39%	0,58	0,16
Subpontuação total:			11,75
Aproveitamento:			59%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Observa-se que a subpontuação obtida para paredes internas foi de 11,75 pontos, com um aproveitamento total de 59%, já que a pontuação máxima seria 20 pontos.

4.2.1.3 Edifício 3

Utilizou-se para este projeto os mesmos sistemas de acabamento que para os outros dois projetos, assim como as adaptações de tradução feitas (vide Quadro 11 do item 4.2.1.1).

Então, determinou-se as áreas das paredes internas de cada cômodo pelos cortes do projeto arquitetônico através do comando “*dimension*” no programa AutoCAD e pelo comando “*area*” retirou-se os dados dos perímetros das localizações (ver Figuras 11 e 12, seção 4.1.2.1). As áreas das esquadrias deste projeto também foram adaptadas da Tabela 4, visto que não havia especificações de portas e janelas.

Os dois sistemas de acabamento identificados no memorial descritivo foram: “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)” e “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”. Algumas adaptações foram consideradas:

- No pavimento térreo, adotou-se o acabamento “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)” para os cômodos “salas comerciais”, “gerador”, “casa de bombas” e “casa de pressurização”, além do cômodo “bicicletário” do pavimento garagem 01, seguindo o especificado no memorial descritivo para cômodos semelhantes.
- Também no pavimento térreo, para as “copas” das salas comerciais utilizou-se “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.
- Para o pavimento convivência, aplicou-se “Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”, exceto nos banheiros e nas paredes da pia e da geladeira dos cômodos “salão de festas” e “sala de jogos”.
- Para o pavimento mezanino, adotou-se reboco e tinta nos cômodos “mezaninos”, “lounge” e “estar”, sendo que no último também se adotou porcelanato/azulejo na parede onde se localiza a pia.
- Para o pavimento convivência, adotou-se reboco e tinta, exceto pelos cômodos: “sauna”, “ducha” e “copa”, por serem áreas molhadas, e na parede da pia e da geladeira do cômodo “gourmet”.

Através do produto da área útil pelo perímetro, descartando as áreas das esquadrias, obteve-se então as áreas das paredes internas de cada cômodo, cujos cálculos estão expressos na planilha do Apêndice D. No projeto arquitetônico disponibilizado, não havia planta do pavimento casa de máquinas/barrilete, portanto, ele não foi considerado para cálculo.

Com os índices do Quadro 6 (seção 3.1.2) e os resultados da planilha, calculou-se então a subpontuação para as paredes internas, aplicando o primeiro termo da Equação 6, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Subpontuação para o acabamento das paredes internas do Edifício 3

Paredes internas	A_{iw}	BI_{iw}	$\Sigma(A_{iw} \times BI_{iw})$
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	75,17%	0,59	0,44
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	24,83%	0,58	0,14
Subpontuação total:			11,75
Aproveitamento:			59%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A tabela acima mostra que a subpontuação obtida para paredes internas foi de 11,75 pontos, com um aproveitamento total de 59%, pois a pontuação máxima seria 20 pontos.

4.2.2 Pisos internos

4.2.2.1 Edifício 1

Segundo o memorial descritivo, identificou-se como principais sistemas de acabamento dos pisos internos “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)” e “Granito/cantaria (aplicado in loco)”.

Diferentemente do item anterior, não foi preciso adaptar os materiais do memorial para os contidos no método do BAM, apenas foram feitas algumas considerações acerca deles:

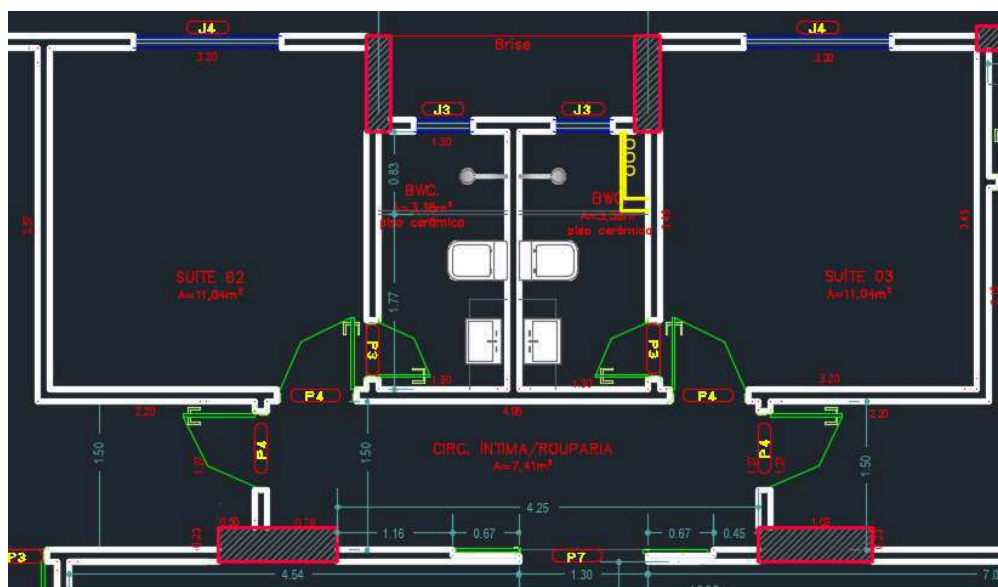
- Em todos os cômodos previstos como “cerâmica” ou “porcelanato ou cerâmica”, adotou-se o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.
- Nas “suítes”, o piso previsto é porcelanato, cerâmica ou laminado de madeira; neste caso, foi considerado porcelanato/azulejo.
- O piso das “garagens”, “circulação/rampa”, “central de gás”, “barrilete” e “casa de máquinas” é descrito como “cimentado alisado”. Conforme discutido com o grupo de pesquisa, o acabamento “cimentado alisado” é semelhante a uma laje aparente, “sem acabamento”, porém esta opção não consta nas pontuações das tabelas do método.

Sendo assim, decidiu-se não considerar estes cômodos para o cálculo de acabamentos dos pisos internos.

- Nas “escadas enclausuradas” e “antecâmaras”, consta no memorial como acabamento “cimentado alisado ou cerâmica”. Como “cimentado alisado” não foi considerado para o cálculo, adotou-se cerâmica, portanto, o acabamento porcelanato/azulejo.
- No “hall dos elevadores”, “guarita” e “hall de entrada”, o acabamento do piso é descrito como “granito, cerâmica ou porcelanato”, sem especificação de qual acabamento seria aplicado. Deste modo, considerou-se granito para o pavimento térreo, incluindo a guarita, e porcelanato/azulejo para os outros pavimentos.
- Pela falta de diversidade de acabamentos de pisos internos no método original, para todos os outros cômodos não identificados no memorial descritivo, foi adotado o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.

Posteriormente, obteve-se as áreas dos pisos internos de cada cômodo, através das plantas dos projetos arquitetônicos, que continham as áreas descritas em cada pavimento. Além disso, somou-se também as áreas dos vãos das portas dos cômodos, adotadas conforme sua abertura no projeto, para não serem consideradas duas vezes. Isso pode ser visualizado na Figura 13 abaixo. Para as “suítes 02 e 03”, foram consideradas as áreas das portas P3, devido à abertura desenhada pelo projetista. As portas P4, então, foram contadas no cálculo para a “circulação íntima/rouparia”.

Figura 13 – Recorte da planta do pavimento tipo do Edifício 1



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Logo após, foi possível prosseguir ao cálculo da subpontuação, utilizando os BIs de cada item descritos no Quadro 6 e aplicando-se os dados no segundo termo da Equação 6, na seção 3.1.2. A planilha completa com os cálculos se encontra no Apêndice B. O resultado é dado pela Tabela 8.

Tabela 8 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 1

Pisos internos	A_{if}	BI_{if}	$\Sigma(A_{if} \times BI_{if})$
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	99,40%	0,63	0,63
Granito/cantaria (aplicado in loco)	0,60%	0,59	0,00
Subpontuação total:			12,60
Aproveitamento:			63%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A subpontuação total obtida para os pisos internos é de 12,60 pontos, com aproveitamento de 63%, considerando 20 pontos como o máximo. A grande maioria da área é considerada para o acabamento porcelanato/azulejo, o qual possui maior BI entre as duas opções, garantindo maior pontuação de construtibilidade para este item.

4.2.2.2 Edifício 2

Os principais sistemas de acabamento dos pisos internos para o Edifício 2 também foram identificados como “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)” e “Granito/cantaria (aplicado in loco)”.

Apesar de não ser necessária nenhuma adaptação, algumas considerações foram avaliadas:

- Assim como no Edifício 1, em todos os cômodos previstos como “cerâmica” ou “porcelanato ou cerâmica”, adotou-se o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.
- Também, nas “suítes”, o piso previsto é porcelanato, cerâmica ou laminado de madeira; neste caso, foi considerado porcelanato/azulejo.
- O piso das “garagens”, “circulação/rampa”, “central de gás”, “barrilete” e “casa de máquinas” é descrito como “cimentado alisado”. Conforme comentado anteriormente,

discutido com o grupo de pesquisa, decidiu-se não considerar estes cômodos para o cálculo.

- Nas “escadas enclausuradas” e “antecâmaras”, consta no memorial como acabamento “cimentado alisado ou cerâmica”. Visto que “cimentado alisado” não foi considerado, adotou-se cerâmica, portanto, porcelanato/azulejo.
- No pavimento térreo, adotou-se granito para o “hall/circulação”, “guarita” e “sala nobre”, sendo que nos pavimentos seguintes aplicou-se porcelanato/azulejo para o “hall/circulação”.
- Pela falta de diversidade de acabamentos de pisos internos no método original, para todos os outros cômodos não identificados no memorial descritivo, foi adotado o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.

Utilizando-se do mesmo método como no projeto anterior, obteve-se as áreas dos pisos internos de cada cômodo, através das plantas dos projetos arquitetônicos, que continham as áreas descritas em cada pavimento, somando-se junto as áreas dos vãos das portas (ver Figura 13, seção 4.2.2.1).

Então, seguiu-se ao cálculo da subpontuação, utilizando os BIs de cada item descritos no Quadro 6 e aplicando-se os dados no segundo termo da Equação 6, na seção 3.1.2. A planilha completa com os cálculos das áreas dos pisos internos se encontra no Apêndice C. O resultado final é visto na Tabela 9.

Tabela 9 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 2

Pisos internos	A_{if}	BI_{if}	$\Sigma(A_{if} \times BI_{if})$
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	99,00%	0,63	0,62
Granito/cantaria (aplicado in loco)	1,00%	0,59	0,01
Subpontuação total:			12,59
Aproveitamento:			63%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Percebe-se que a subpontuação total obtida para os pisos internos do Edifício 2 é de 12,60 pontos, com aproveitamento de 63%, considerando os 20 pontos como o máximo. Como anteriormente, quase toda a área dos pisos internos é considerada para o acabamento

porcelanato/azulejo, o qual possui maior BI entre as duas opções, garantindo maior pontuação de construtibilidade para este item.

4.2.2.3 Edifício 3

Identificou-se “Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)” e “Granito/cantaria (aplicado in loco)” como os sistemas de acabamento utilizados para os pisos internos no Edifício 3.

Apesar de não ser necessária nenhuma adaptação, como para as paredes internas e tetos internos, algumas considerações foram feitas:

- Como nos Edifícios 1 e 2, em todos os cômodos previstos como “cerâmica” ou “porcelanato ou cerâmica”, adotou-se o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.
- Também, nas “suítes”, o piso previsto é porcelanato, cerâmica ou laminado de madeira; neste caso, foi considerado porcelanato/azulejo.
- O piso das “áreas de manobra”, “central de gás”, “gerador”, “casa de pressurização”, “casa de bombas” e “bicicletário” é descrito como “cimentado alisado” e na rampa como “concreto frisado”. Conforme comentado anteriormente, discutido com o grupo de pesquisa, decidiu-se não considerar estes cômodos para o cálculo.
- Nas “escadas enclausuradas” e “antecâmaras”, consta no memorial como acabamento “cimentado alisado ou cerâmica”, mas adotou-se porcelanato/azulejo.
- No pavimento térreo, adotou-se granito para o “hall do edifício” e “guarita”.
- Pela falta de diversidade de acabamentos de pisos internos no método original, para todos os outros cômodos não identificados no memorial descritivo, foi adotado o acabamento “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.

Pelo mesmo método utilizado anteriormente, determinou-se as áreas dos pisos internos de cada cômodo, através das plantas dos projetos arquitetônicos, que continham as áreas descritas em cada pavimento, somando-se junto as áreas dos vãos das portas, como no exemplo da Figura 13, seção 4.2.2.1.

Em seguida, com os BIs de cada item descritos no Quadro 6 e aplicando-se os dados no segundo termo da Equação 6, na seção 3.1.2, calculou-se a subpontuação correspondente. A

planilha completa com os cálculos das áreas dos pisos internos se encontra no Apêndice D e o resultado final é visto na Tabela 10.

Tabela 10 – Subpontuação para o acabamento dos pisos internos do Edifício 2

Pisos internos	A_{if}	BI_{if}	$\Sigma(A_{if} \times BI_{if})$
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	99,05%	0,63	0,62
Granito/cantaria (aplicado in loco)	0,95%	0,59	0,01
Subpontuação total:			12,59
Aproveitamento:			63%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Foi calculada a subpontuação total para os pisos internos do Edifício 2 de 12,60 pontos, com aproveitamento de 63%, considerando os 20 pontos máximos. Assim como anteriormente, quase toda a área dos pisos internos foi considerada para o acabamento porcelanato/azulejo, o qual possui maior BI entre as duas opções, garantindo maior pontuação de construtibilidade para este item.

4.2.3 Tetos internos

4.2.3.1 Edifício 1

Os acabamentos identificados para os tetos internos foram “reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”, “placa de gesso, massa corrida e tinta”, “rebaixo de forro com gesso” e “sem acabamento”.

Assim como no item 4.2.2.1, de paredes internas, foi necessário adaptar alguns materiais contidos no memorial descritivo conforme sua semelhança com os materiais utilizados e método de aplicação, segundo as informações do Quadro 12.

Quadro 12 – Adaptação dos acabamentos de tetos internos para o método BAM

Descrição do acabamento no memorial descritivo	Adaptação para o método BAM
Massa niveladora ou massa PVA e pintura PVA branco	Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)
Forro de gesso, massa PVA e pintura PVA branco	Placa de gesso, massa corrida e tinta
Massa niveladora ou rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco	Placa de gesso, massa corrida e tinta
Massa niveladora e pintura acrílica cor branco	Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)
Rebaixo em gesso, massa PVA e pintura PVA branco	Rebaixo de forro com gesso
Laje aparente	Sem acabamento
Reboco e pintura acrílica branca	Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)
Reboco com pintura PVA branco	Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Na sequência, utilizando as adaptações feitas e os índices de cada acabamento do Quadro 6 (seção 3.1.2), obteve-se as áreas dos tetos internos de cada cômodo. Esses dados foram retirados das plantas dos projetos arquitetônicos, que continham as áreas descritas em cada pavimento, o que mostra a Figura 13 do item 4.2.2.1.

Por fim, seguiu-se ao cálculo da subpontuação para os tetos internos. Adotou-se para alguns cômodos não mencionados no memorial descritivo os seguintes acabamentos:

- Rebaixo de forro com gesso: para as “salas comerciais” do pavimento térreo.
- Placa de gesso, massa corrida e tinta: para as áreas molhadas “lava pés” do pavimento térreo, “SPA” e “sauna” do pavimento convivência, seguindo o especificado para os banheiros.
- Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco): para os cômodos “motoventiladores”, “bombas” e “sala do gerador” do pavimento subsolo, “sala de praia” do pavimento térreo e para o restante do pavimento convivência.

A subpontuação seguiu-se conforme a Tabela 11, aplicando o terceiro termo da Equação 6 (seção 3.1.2). A planilha completa se encontra no Apêndice C.

Tabela 11 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 1

Tetos internos	A_{ic}	BI_{ic}	$\Sigma(A_{ic} \times BI_{ic})$
Sem acabamento	34,18%	1,00	0,34
Rebaixo de forro com gesso	4,49%	0,75	0,03
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	52,56%	0,57	0,30
Placa de gesso, massa corrida e tinta	8,78%	0,70	0,06
Subpontuação total:			14,73
Aproveitamento:			74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Observa-se que o aproveitamento total deste subitem é de 74%, com a pontuação de 14,73 pontos sendo que o máximo é 20 pontos. As áreas sem acabamento, que contêm os tetos das garagens, contribuíram para uma melhor pontuação, pois seu BI é de 1,00. Porém, a maior área proporcional pertenceu ao acabamento “reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”, que possui menor BI entre todas as alternativas.

4.2.3.2 Edifício 2

Os mesmos acabamentos identificados no Edifício 1 para os tetos internos foram “reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”, “placa de gesso, massa corrida e tinta”, “rebaixo de forro com gesso” e “sem acabamento”. Também se utilizou as adaptações do Quadro 12, item 4.2.3.2.

A seguir, utilizando as adaptações feitas e os índices de cada acabamento do Quadro 6 (seção 3.1.2), obteve-se as áreas dos tetos internos de cada cômodo, através das plantas dos projetos arquitetônicos (Figura 13, item 4.2.2.1).

Para alguns cômodos não mencionados no memorial descritivo, adotou-se:

- Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco): para os cômodos “sala do gerador”, “sala de praia/bicicletário”, “bombas”, “casa de baterias”, “casa de pressurização” do pavimento térreo e “gourmet”, “copa” e “salão de festas” do pavimento convivência.
- Placa de gesso, massa corrida e tinta: para as áreas molhadas “ducha” e “sauna” do pavimento convivência, seguindo o especificado para os banheiros.
- Rebaixo de forro com gesso: para as “salas comerciais”, “escadas das salas comerciais” e “sala nobre” do pavimento térreo; “mezaninos”, “lounge” e “estar” do pavimento mezanino e o restante dos cômodos do pavimento convivência.

A subpontuação para os tetos internos deu-se conforme a Tabela 12, aplicando o terceiro termo da Equação 6 (seção 3.1.2). A planilha completa se encontra no Apêndice C.

Tabela 12 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 2

Tetos internos	A_{ic}	BI_{ic}	$\Sigma(A_{ic} \times BI_{ic})$
Sem acabamento	26,38%	1,00	0,26
Rebaixo de forro com gesso	12,85%	0,75	0,10
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	51,32%	0,57	0,29
Placa de gesso, massa corrida e tinta	9,45%	0,70	0,07
Subpontuação total:			14,38
Aproveitamento:			72%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Percebe-se que a subpontuação total é de 14,38 pontos, sendo que o máximo é 20 pontos, com aproveitamento de 72%.

4.2.3.3 Edifício 3

Para este sistema, utilizou-se os acabamentos “reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)”, “placa de gesso, massa corrida e tinta”, “rebaixo de forro com gesso” e “sem acabamento” para tetos internos. Também se utilizou as adaptações do Quadro 12, item 4.2.2.1.

Então, através das adaptações feitas e os índices de cada acabamento do Quadro 6 (seção 3.1.2), obteve-se as áreas dos tetos internos de cada cômodo, através das plantas dos projetos arquitetônicos (Figura 13, item 4.2.2.1).

Como previamente feito, para alguns cômodos não mencionados no memorial descritivo, adotou-se:

- Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco): para os cômodos “casa de bombas”, “sala de praia”, “gerador”, “circulação/lava pés” e “casa de pressurização” do pavimento térreo; “bicicletário” do pavimento garagem 01; e “salão de festas” do pavimento convivência.
- Placa de gesso, massa corrida e tinta: para a área molhada “vestiário/área de serviço” do pavimento térreo.
- Rebaixo de forro com gesso: para as “salas comerciais” do pavimento térreo e o restante dos cômodos do pavimento convivência.

A subpontuação para os tetos internos deu-se conforme a Tabela 13, aplicando o terceiro termo da Equação 6 (seção 3.1.2) e a planilha completa se encontra no Apêndice D.

Tabela 13 – Subpontuação para o acabamento dos tetos internos do Edifício 3

Tetos internos	A_{ic}	BI_{ic}	$\Sigma(A_{ic} \times BI_{ic})$
Sem acabamento	25,43%	1,00	0,25
Rebaixo de forro com gesso	8,94%	0,75	0,07
Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	58,43%	0,57	0,33
Placa de gesso, massa corrida e tinta	7,21%	0,70	0,05
Subpontuação total:			14,10
Aproveitamento:			70%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Conclui-se que a subpontuação total é de 14,10 pontos, sendo que o máximo é 20 pontos, com aproveitamento de 70%.

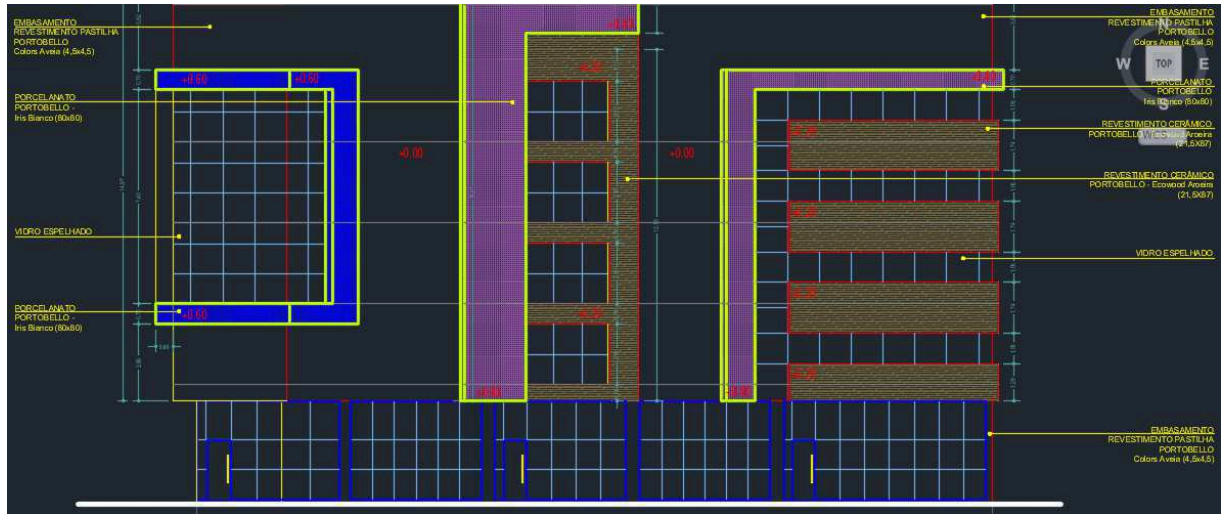
4.2.4 Paredes externas

4.2.4.1 Edifício 1

Os sistemas de acabamento das paredes externas do memorial descritivo continham “reboco com textura e pintura acrílica e/ou revestimento cerâmico, conforme projeto de arquitetura”. Porém, ao se observar as elevações das fachadas e plantas do projeto, identificou-se a existência de revestimento cerâmico e outro acabamento descrito como pele de vidro ou vidro espelhado. Portanto, adotou-se os acabamentos dos projetos em vez do memorial.

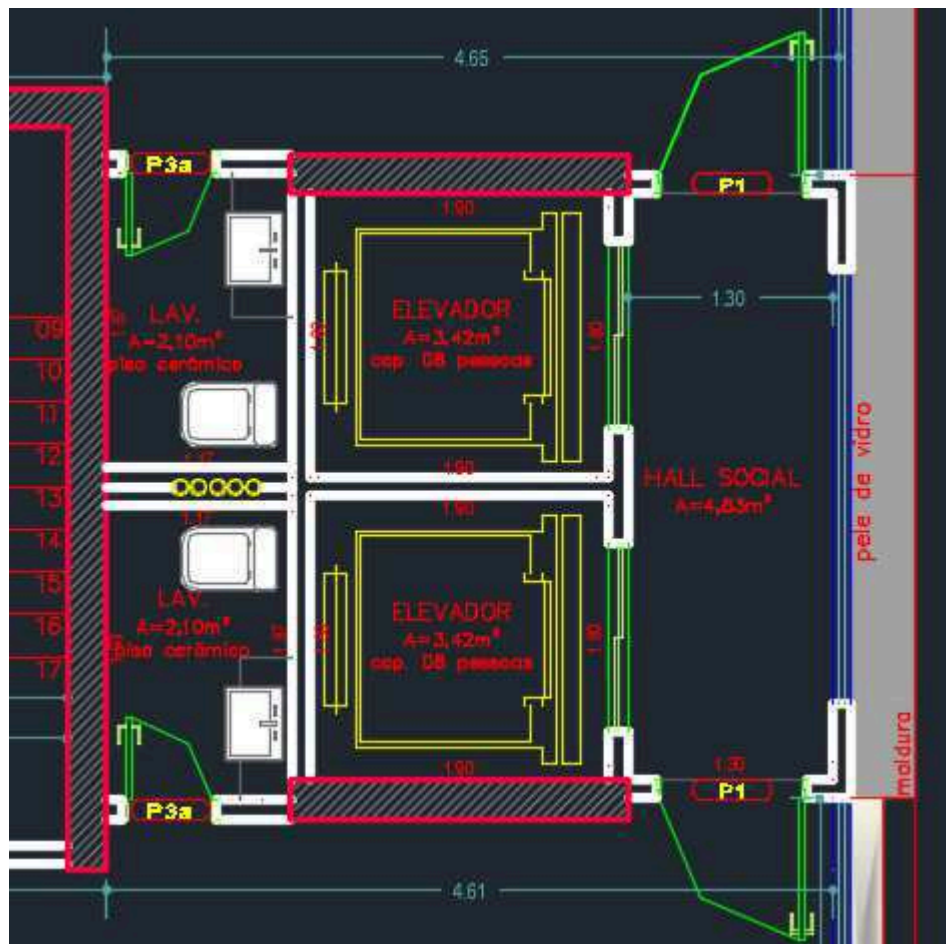
O “vidro espelhado” está presente nos pavimentos de garagem e nas salas comerciais do térreo (conforme a elevação da fachada frontal na Figura 14), enquanto que a “pele de vidro” está descrita no hall social da planta do pavimento tipo e cobertura (Figura 15).

Figura 14 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo e garagens do Edifício 1



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Figura 15 – Parte do pavimento tipo do Edifício 1



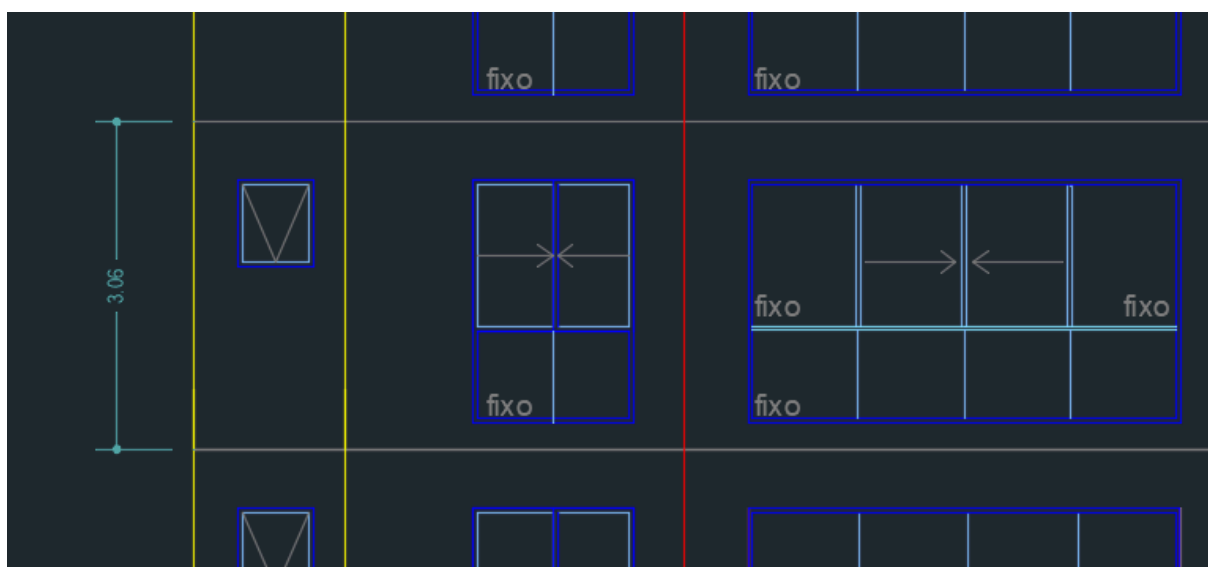
Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Por não existir “pele de vidro” ou “vidro espelhado” nas tabelas do método utilizado, conforme discutido em grupo de pesquisa, decidiu-se considerá-los como parede cortina ou, como consta no Quadro 6, seção 3.1.2, “vidro (fixado in loco)”, por terem a mesma altura útil das paredes. As esquadrias de vidro (portas e janelas) não foram incluídas no cálculo por serem aberturas, enquanto que esses considerados são vidros fixos.

O cálculo foi determinado através do produto da altura útil do pavimento em questão pelo perímetro em planta de cada fachada, subtraindo-se as áreas de esquadrias que se encontram em paredes externas. Não foi considerado o pavimento subsolo, por não possuir fachada externa.

A altura útil de cada pavimento foi obtida de acordo com as elevações das fachadas fornecidas nos projetos arquitetônicos e utilizando o comando “*dimension*” do programa AutoCAD, como mostra a Figura 16.

Figura 16 - Altura útil do pavimento tipo do Edifício 1

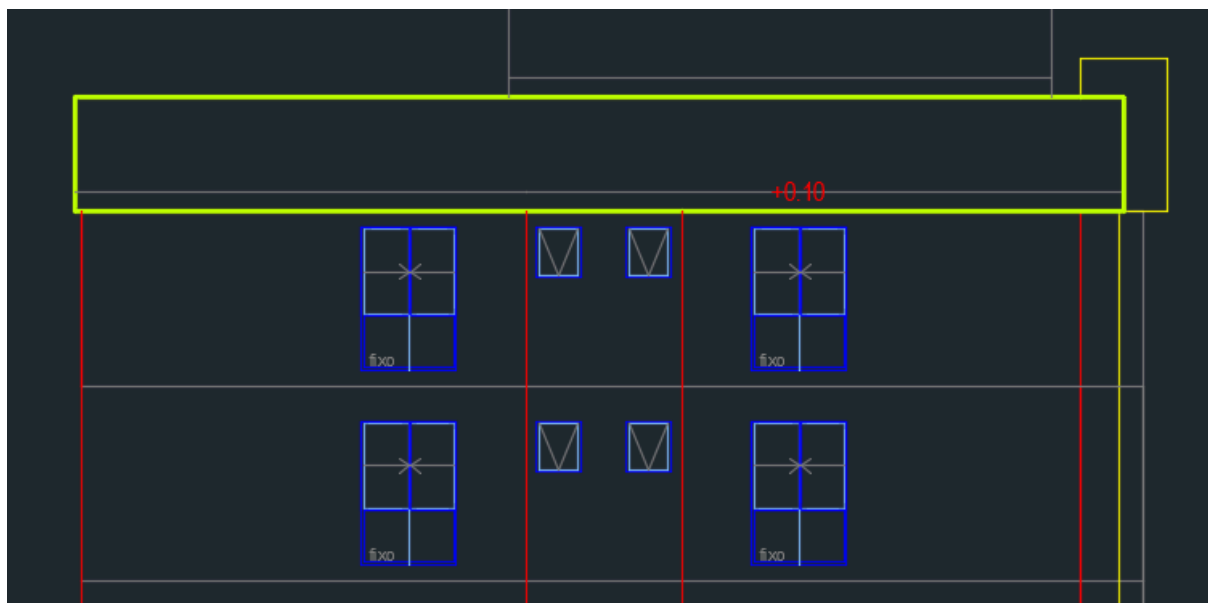


Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Para encontrar o perímetro, dividiu-se o pavimento nas fachadas correspondentes às elevações do projeto: fachada frontal, posterior, lateral esquerda e lateral direita. Então, através das plantas, somou-se as dimensões das paredes para cada fachada. As áreas dos vidros foram calculadas pelo comando “*area*” através das fachadas disponibilizadas (como na Figura 14, vista anteriormente). A fachada lateral direita não foi disponibilizada no projeto, porém, como não possuía nenhum acabamento de vidro fixo, foi considerada completamente como “porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)”.

As áreas do acabamento porcelanato foram obtidas ao multiplicar a altura útil do pavimento pelo perímetro da fachada e diminuindo-se a área de esquadrias e de vidros. Também se somou as áreas das molduras presentes na fachada, como mostra a Figura 17 abaixo, onde elas estão representadas pela área dentro do retângulo verde. O número “+0.10” representa que a moldura está a 10 cm da parede externa do Edifício, então multiplicou-se o perímetro desta moldura por este número, adicionando-se à área final do acabamento de porcelanato/azulejo.

Figura 17 – Parte da fachada frontal para os últimos pavimentos do Edifício 1



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

A planilha completa com o cálculo se encontra no Apêndice C e seus resultados se encontram na Tabela 14 abaixo. Foram utilizados os índices do Quadro 6 e o quarto termo da Equação 6, ambos presentes na seção 3.1.2.

Tabela 14 – Subpontuação para o acabamento das paredes externas do Edifício 1

Paredes externas	A_{ew}	BI_{ew}	$\Sigma(A_{ew} \times BI_{ew})$
Vidro (fixado in loco)	6,39%	0,61	0,04
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	93,61%	0,53	0,50
Subpontuação total:			16,05
Aproveitamento:			54%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

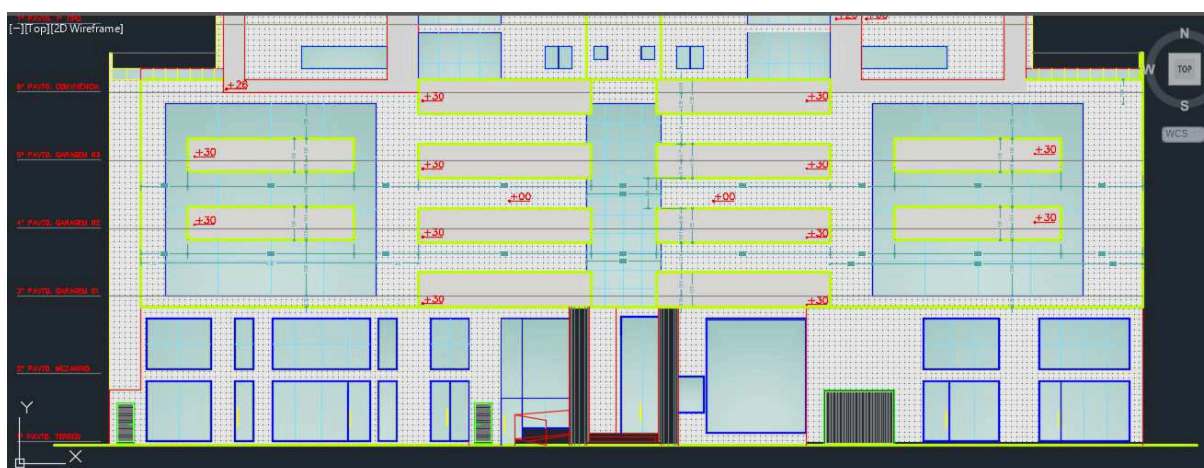
Pode-se observar pela tabela que o aproveitamento deste item foi de apenas 54%, com pontuação total de 16,05 pontos dos 30 pontos máximos. Isso se dá em grande parte devido à maior área proporcional ser de porcelanato/azulejo, o qual contém BI de apenas 0,53, menor que o do vidro.

4.2.4.2 Edifício 2

Assim como na primeira obra, observou-se a diferença dos acabamentos para as paredes externas entre o memorial descritiva e o projeto arquitetônico. Adotou-se, então, os acabamentos dos projetos, contendo vidro espelhado e revestimento cerâmico.

Os vidros estão presentes nos pavimentos de garagem, nas salas comerciais do térreo e nos mezaninos, conforme a elevação da fachada frontal na Figura 18.

Figura 18 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo, garagens e convivência do Edifício 2



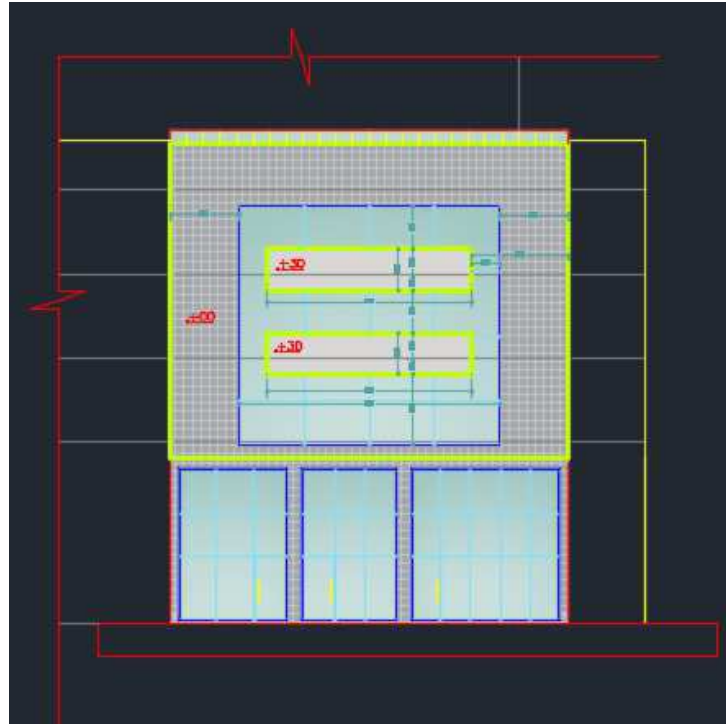
Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Este vidro visto nas elevações foi considerado como “vidro (fixado in loco)”. Mais uma vez, as esquadrias de vidro (portas e janelas) não foram incluídas no cálculo por serem aberturas.

Prosseguiu-se ao cálculo através do produto da altura útil do pavimento em questão pelo perímetro em planta de cada fachada, subtraindo-se as áreas de esquadrias que se encontram em paredes externas. A altura útil de cada pavimento foi obtida utilizando o comando “*dimension*” no AutoCAD e para o perímetro e áreas dos vidros, utilizou-se o comando “*area*” (ver Figuras 14 e 16, item 4.2.4.1) nas fachadas fornecidas, de modo similar ao projeto 1. Apenas as elevações frontal e lateral esquerda estavam presentes por completo no

projeto, sendo que a elevação posterior foi apresentada até o pavimento convivência (Figura 19). A fachada lateral direita não foi disponibilizada, porém, não possuía nenhum acabamento de vidro, considerada completamente como porcelanato/azulejo.

Figura 19 – Elevação posterior até o pavimento convivência do Edifício 2

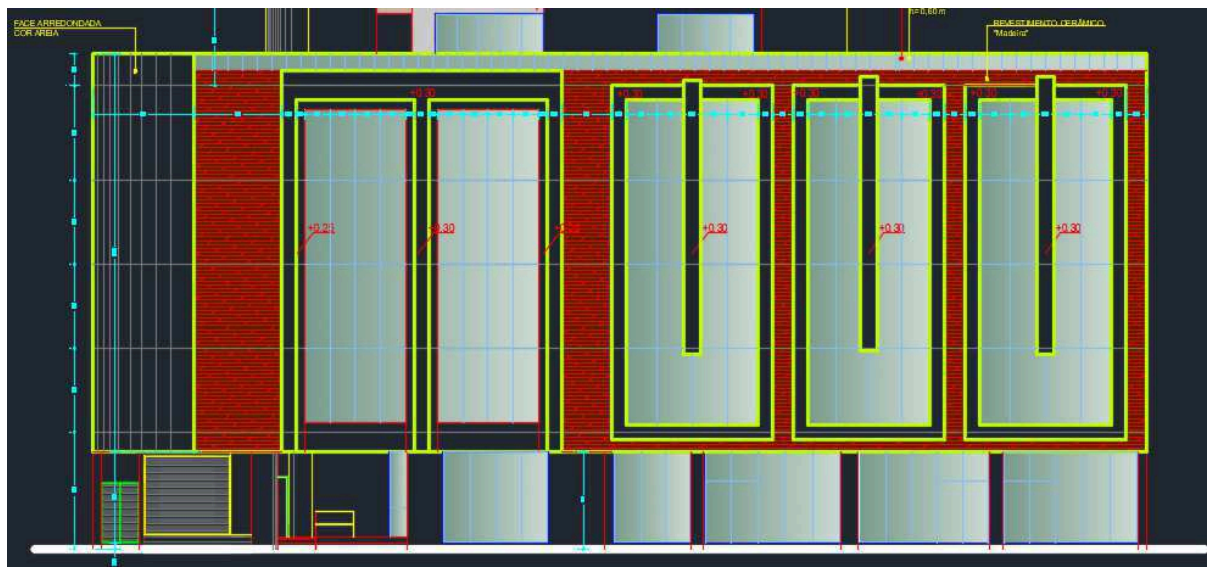


Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

As áreas do acabamento porcelanato foram obtidas multiplicando a altura útil do pavimento pelo perímetro da fachada e diminuindo-se a área de esquadrias e de vidros. Como anteriormente, somou-se as áreas das molduras presentes na fachada (Figura 20). Os números em vermelho representam a que distância a moldura está da parede externa do Edifício.

Os vidros estão presentes nos pavimentos de garagem e nas salas comerciais do térreo, conforme a elevação da fachada frontal na Figura 21.

Figura 21 – Parte da fachada frontal para os pavimentos térreo, garagens e convivência do Edifício 3



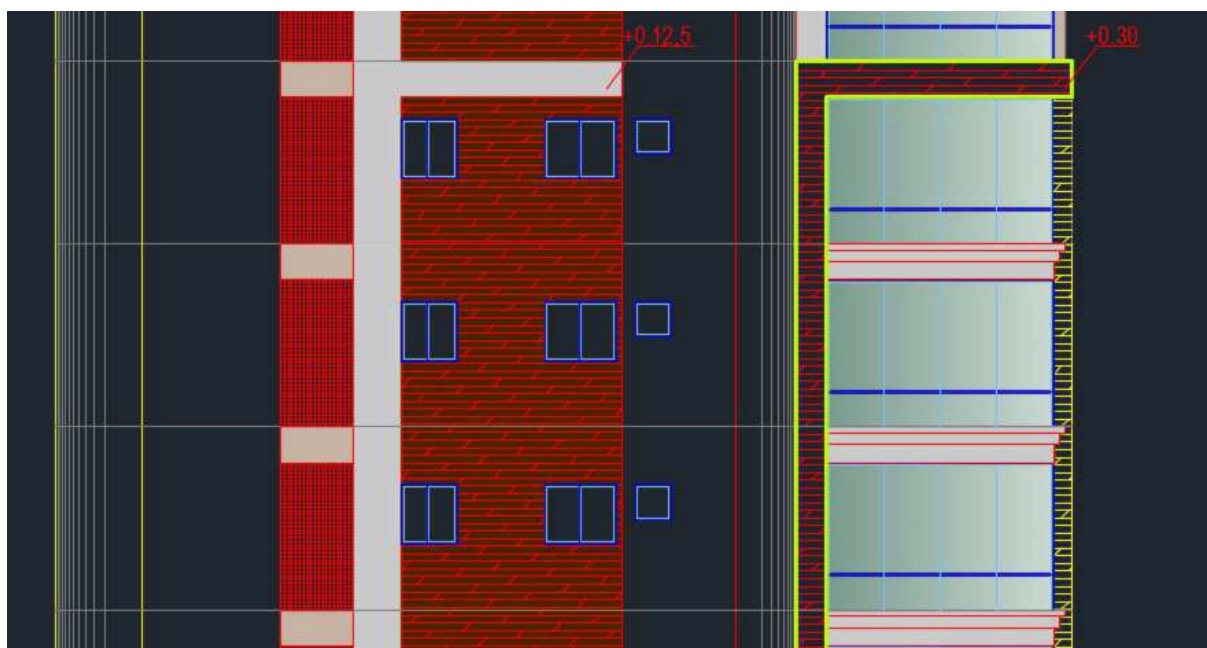
Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Conforme visto na figura anterior, o vidro das garagens e salas comerciais do térreo foram considerados como “vidro (fixado in loco)” e as esquadrias de vidro (portas e janelas) não foram incluídas no cálculo por serem aberturas.

Do mesmo modo como nos projetos 1 e 2, o cálculo foi feito através do produto da altura útil do pavimento em questão pelo perímetro em planta de cada fachada, subtraindo-se as áreas de esquadrias que se encontram em paredes externas. A altura útil de cada pavimento foi obtida utilizando o comando “*dimension*” no AutoCAD e para o perímetro e áreas dos vidros, utilizou-se o comando “*area*” (ver Figuras 14 e 16, seção 4.2.4.1) nas fachadas fornecidas. Desta vez, todas as elevações (frontal, posterior, lateral esquerda e lateral direita) foram fornecidas no projeto.

As áreas do acabamento porcelanato foram obtidas multiplicando a altura útil do pavimento pelo perímetro da fachada e diminuindo-se a área de esquadrias e de vidros. Além disso, somou-se as áreas das molduras presentes na fachada (Figura 22). Os números em vermelho representam a que distância a moldura está da parede externa do Edifício.

Figura 22 - Parte da fachada frontal para os pavimentos tipo do Edifício 3



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Toda a planilha de cálculo se encontra no Apêndice D, sendo que os seus resultados se encontram na Tabela 16. Utilizaram-se os índices do Quadro 6 e o quarto termo da Equação 6, ambos presentes na seção 3.1.2.

Tabela 16 – Subpontuação para o acabamento das paredes externas do Edifício 3

Paredes externas	A_{ew}	BI_{ew}	$\Sigma(A_{ew} \times BI_{ew})$
Vidro (fixado in loco)	3,31%	0,61	0,02
Porcelanato/azulejo nivelado (aplicado in loco)	96,69%	0,53	0,51
Subpontuação total:			15,98
Aproveitamento:			53%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Pode-se ver que a subpontuação total para as paredes externas do Edifício 3 foi de 15,98 pontos, com apenas 53% de aproveitamento total.

4.2.5 Telhado

De acordo com o questionário respondido, o engenheiro observou que o acabamento utilizado para o telhado para os três projetos era de “telhas de fibrocimento”, o qual não está presente nas tabelas do método do BAM. Com isso, levando-se a questão em discussão com o grupo de pesquisa, adotou-se o acabamento “Telhas metálicas com isolamento separado e barreira para vapor”, devido à maior similaridade entre materiais e instalação, comparando-se com os outros itens disponíveis. Este item foi respondido igualmente para os três projetos.

Conforme o *Buildability Index* correspondente para este acabamento no Quadro 6 e o quinto termo da Equação 6 da seção 3.1.2, foi calculada então a subpontuação, como mostra a Tabela 17 a seguir.

Tabela 17 – Subpontuação para o acabamento do telhado dos Edifícios 1, 2 e 3

Telhado	A_{rc}	BI_{rc}	$\Sigma(A_{rc} \times BI_{rc})$
Telhas metálicas com isolamento separado e barreira para vapor	100%	0,66	0,66
Subpontuação total:			6,60
Aproveitamento:			66%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Portanto, tem-se a subpontuação de 6,60 pontos, com aproveitamento de 66%, já que a pontuação máxima era 10 pontos. Neste item, tinha-se apenas um sistema de acabamento, por isto foi considerada sua área proporcional (A_{rc}) como 100%.

4.2.6 Subpontuação total

4.2.6.1 Edifício 1

Ao final, tendo-se todos os termos da Equação 6, pode-se enfim calcular o $BS_{finishing}$. Com isto, o resultado final, apresentado pela Equação 7, representa a subpontuação total de todos os sistemas de acabamento que será utilizada no cálculo da pontuação de construtibilidade $BScore$.

Tabela 18 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 1

Localização	Subpontuação
Tetos internos	14,73
Paredes internas	11,77
Pisos internos	12,60
Paredes externas	16,05
Telhado	6,60
$BS_{finishing}$:	61,75
Subpontuação total:	1,23
Aproveitamento:	62%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Conforme os cálculos apresentados pela Tabela 18, pode-se observar que o Edifício 1 tem um aproveitamento de 62% para os sistemas de acabamento, com pontuação de 1,23 pontos dos 2 pontos máximos.

4.2.6.2 Edifício 2

Com todos os resultados avaliados, é possível calcular o $BS_{finishing}$ para o Edifício 2, através da Equação 7 da seção 3.1.2. Com isto, a Tabela 19 apresenta a subpontuação total para os sistemas de acabamento.

Tabela 19 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 2

Localização	Subpontuação
Tetos internos	14,38
Paredes internas	11,75
Pisos internos	12,59
Paredes externas	16,15
Telhado	6,60
$BS_{finishing}$:	61,47
Subpontuação total:	1,23
Aproveitamento:	62%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Segundo o que foi mostrado, a subpontuação total obtida é de 1,23 pontos, dentre os 2 pontos máximos, gerando um aproveitamento total de 62% para os sistemas de acabamento.

4.2.6.3 Edifício 3

Ao final, calculou-se o $BS_{finishing}$ para o Edifício 3, através da Equação 7 da seção 3.1.2. Deste modo, a Tabela 20 apresenta a subpontuação total para os sistemas de acabamento.

Tabela 20 – Subpontuação para os sistemas de acabamento do Edifício 3

Localização	Subpontuação
Tetos internos	14,10
Paredes internas	11,75
Pisos internos	12,59
Paredes externas	15,98
Telhado	6,60
$BS_{finishing}$:	61,02
Subpontuação total:	1,22
Aproveitamento:	61%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Pode-se perceber que a subpontuação total obtida é de 1,22 pontos, dentre os 2 pontos máximos, gerando um aproveitamento total de 61% para os sistemas de acabamento.

4.3 ASPECTOS CONSTRUTIVOS DOS SERVIÇOS

4.3.1 Edifício 1

Para calcular a subpontuação de construtibilidade dos ACS, os dados foram retirados diretamente do questionário respondido pelo engenheiro responsável. Ele forneceu algumas observações quanto aos itens marcados e não marcados. O Quadro 7 na seção 3.1.3 mostra todas as opções de acordo com o método desenvolvido por Wong (2007).

O item “Espaço e localização apropriados para equipamentos e reservatórios” não foi assinalado, pois o reservatório inferior do Edifício 1 localiza-se no subsolo. Na parte “Detalhes”, item “Detalhes claros para o suporte de equipamentos”, o profissional notou que não havia suporte para muitos equipamentos, na maioria, são itens para prevenção contra incêndio, como extintores, mangueiras, placas de saída e sensores de fumaça, além de equipamentos de medição, de água, gás, elétrica. Em todos estes casos havia detalhamento completo de posição para fixação, por isso, esta opção foi marcada.

Já na seção “Coordenação”, a característica “Trabalho feito preferencialmente em uma etapa para evitar ao máximo serviços ocorrendo conjuntamente”, foi lembrado que por se tratar de obra vertical, com apenas uma torre, o sequenciamento de serviços era praticamente obrigatório, para que os espaços não ficassem superlotados para os trabalhadores. Entretanto, ele notou que havia momentos em que mais de um serviço era executado e, mesmo assim, ocorriam tranquilamente se devidamente programados.

Por último, foi remarcado que não foram utilizados guindastes e gruas, apenas elevadores de obra e elevadores internos. Por essa razão, não foi assinalado o item “Requisitos especificados de guindastes ou gruas para içar equipamentos em sua posição”.

Os itens referentes ao Edifício 1, juntamente com seu *Buildability Index* e percentual de aplicabilidade no projeto correspondentes, são demonstrados no Quadro 13 abaixo.

Quadro 13 – Itens aplicados para os Aspectos construtivos dos serviços do Edifício 1

Aspectos construtivos dos serviços no projeto	<i>Buildability Indices</i>	<i>cov_{bs}</i> (%)
Espaço		
• Pé-direito adequado para tubos e dutos	0,781	100
• Acesso permitido para instalação de equipamentos (por exemplo: portas duplas ou aberturas reservadas com largura adequada para serem preenchidas mais tarde)	0,767	100
Detalhes		
• Detalhes claros de instalação para componentes escondidos (por exemplo: leiaute dos condutos e caixa de ligação)	0,698	100
• Detalhes claros para o suporte de equipamentos (por exemplo: pedestal de concreto e construção antivibração)	0,721	100
Coordenação		
• Demarcação clara mostrando as interfaces entre diferentes sistemas (por exemplo: fornecimentos de água e energia com sistemas de ar condicionado)	0,800	50
• Trabalho feito preferencialmente em uma etapa para evitar ao máximo serviços ocorrendo conjuntamente (por exemplo: instalação de difusores e grades de ar condicionado e instalação de teto falso e dutos de iluminação)	0,726	80
Tubulação e canalização		
• Uso de dutos e tubulações pré-isolados	0,642	100
• Uso de dutos e tubulações flexíveis de fácil conexão	0,656	100
• Administração e identificação clara dos cabos, incluindo o sistema de controle das instalações elétricas	0,735	100

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Com isso, pela Equação 8 do item 3.1.3, somou-se todos os *Buildability Indices* dos ACS, calculou-se o somatório dos BIs assinalados com a sua aplicabilidade no projeto e obteve-se a subpontuação total, multiplicando pelo BW correspondente. A Tabela 21 apresenta os resultados.

Tabela 21 - Subpontuação para os aspectos construtivos dos serviços do Edifício 1

Sistema	$\Sigma(BI_{bs} \times cov_{bs})$	Soma de todos os BI_{bs}
Aspectos construtivos dos serviços	5,98	11,66
Subpontuação total:		1,54
Aproveitamento:		51%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Observa-se que a subpontuação total calculada é de 1,54 pontos, sendo que o máximo é de 3 pontos, por isso o aproveitamento de 51%.

4.3.2 Edifícios 2 e 3

De maneira similar feita para o Edifício 1, para calcular a subpontuação de construtibilidade dos ACS do Edifício 2, os dados foram retirados diretamente do questionário respondido pelo engenheiro responsável. Esta parte do questionário é igual para os Edifícios 2 e 3, conforme apontado pelo engenheiro, por isso, será utilizada a mesma subpontuação.

Pode-se considerar as mesmas considerações feitas anteriormente, exceto as duas explicadas a seguir. Primeiramente, no item “Espaço e localização apropriados para equipamentos e reservatórios” foi marcado para análise, diferentemente do projeto anterior. Também, na parte “Detalhes”, item “Detalhes claros de instalação para componentes escondidos”, o engenheiro marcou que nos Edifícios 2 e 3 não havia algumas especificações importantes no projeto, sendo necessárias reuniões para ajuste e alinhamentos antes da execução; portanto, este item não foi assinalado.

Todos os itens marcados para o cálculo, referentes aos Edifícios 2 e 3, juntamente com seu *Buildability Index* e percentual de aplicabilidade no projeto correspondentes, são demonstrados no Quadro 14 a seguir.

Quadro 14 – Itens aplicados para os Aspectos Construtivos dos Serviços dos Edifícios 2 e 3

Aspectos construtivos dos serviços no projeto	Buildability Indices	cov _{bs} (%)
Espaço		
• Espaço e localização apropriados para equipamentos e reservatórios (por exemplo: de preferência, que equipamentos volumosos estejam localizados no nível do solo em vez de no subsolo)	0,758	100
• Pé-direito adequado para tubos e dutos	0,781	100
• Acesso permitido para instalação de equipamentos (por exemplo: portas duplas ou aberturas reservadas com largura adequada para serem preenchidas mais tarde)	0,767	100
Detalhes		
• Detalhes claros para o suporte de equipamentos (por exemplo: pedestal de concreto e construção antivibração)	0,721	100
Coordenação		
• Demarcação clara mostrando as interfaces entre diferentes sistemas (por exemplo: fornecimentos de água e energia com sistemas de ar condicionado)	0,800	50
• Trabalho feito preferencialmente em uma etapa para evitar ao máximo serviços ocorrendo conjuntamente (por exemplo: instalação de difusores e grades de ar condicionado e instalação de teto falso e dutos de iluminação)	0,726	80
Tubulação e canalização		
• Uso de dutos e tubulações pré-isolados	0,642	100
• Uso de dutos e tubulações flexíveis de fácil conexão	0,656	100
• Administração e identificação clara dos cabos, incluindo o sistema de controle das instalações elétricas	0,735	100

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Dessa maneira, calculando a subpontuação dos ACS para o Edifício 2 pela Equação 8 do item 3.1.3, tem-se os resultados apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Subpontuação para os aspectos construtivos dos serviços dos Edifícios 2 e 3

Sistema	$\Sigma(BI_{bs} \times cov_{bs})$	Soma de todos os BI_{bs}
Aspectos construtivos dos serviços	6,04	11,66
Subpontuação total:		1,55
Aproveitamento:		52%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Pelos resultados mostrados, observa-se que a subpontuação total calculada é de 1,55 pontos, com o máximo de 3 pontos, chegando a um aproveitamento de 52% para os aspectos construtivos dos serviços do Edifício 2.

Para a seção “Detalhes”, os dois itens foram destacados. O primeiro, “Tolerâncias razoáveis especificadas”, não foi marcado, visto que os projetos não costumam vir com as margens de tolerância descritas. No segundo item “Detalhes ampliados fornecidos para evitar possíveis conflitos no espaço”, foi considerado 80% de aplicabilidade, pois há momentos em que a equipe da obra precisa solucionar alguns problemas difíceis que poderiam estar melhor detalhados no projeto.

Todas as opções em “Pré-fabricação” não foram marcadas, devido ao fato de não se utilizar elementos pré-fabricados na obra. Por último, em “Instalação”, foi lembrado que 100% dos projetos são elaborados para produtos, equipamentos e mão de obra locais, os materiais são seguros para o manuseio dos trabalhadores, além de permitirem que os empreiteiros participem nas tomadas de decisão relacionadas aos métodos de execução e sequenciamento de serviços. Por isso, todos estes itens foram devidamente assinalados.

Quadro 15 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 1

Elementos de construção	Buildability Indices	cov _{br} (%)
Padronização		
• Uso de pilares padronizados com mesmas dimensões em corte transversal para pavimento tipo (por exemplo: 30 cm x 40 cm)	0,88	50
• Uso de dimensões padronizadas para vigas por todos os pavimentos (por exemplo: 30 cm x 60 cm)	0,86	50
• Uso de dimensões padronizadas para portas	0,85	80
• Uso de dimensões padronizadas para janelas e lanternins	0,88	70
• Uso de alturas padronizadas para o andar	0,89	70
Simplicidade		
• Componentes fáceis de montar in loco com instruções simples	1,00	80
• Projetos coordenados com o mínimo de referências	0,96	75
Detalhes		
• Detalhes ampliados fornecidos para possíveis conflitos no espaço	0,90	75
Instalação		
• Projetar para materiais, equipamentos, produtos, peças pré-fabricadas disponíveis localmente	0,86	100
• Permitir detalhes de construção alternativos, por exemplo, sequência de materiais ou construção a ser proposta pelos empreiteiros	0,86	100
• Dimensões e pesos dos materiais e componentes são seguros para os trabalhadores manusearem utilizando a maquinaria comumente disponível	0,86	100
• Projetar para maquinaria e equipamento disponíveis localmente	0,84	100
• Projetar para mão de obra com habilidades e conhecimentos técnicos disponíveis localmente	0,91	100

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

O Quadro 8 da seção 3.1.4 apresenta todas as alternativas disponíveis para marcação. Todos os itens assinalados com suas devidas porcentagens de aplicabilidade se encontram no Quadro 15 anterior.

Logo a seguir, similarmente ao item anterior, através da Equação 9 do item 3.1.4, somou-se todos os *Buildability Indices* dos Elementos de construção, calculou-se o somatório dos BIs assinalados com a sua aplicabilidade no projeto e obteve-se a subpontuação total após multiplicar pelo *Buildability Weighting*. A Tabela 23 apresenta os resultados.

Tabela 23 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 1

Sistema	$\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})$	Soma de todos os BI_{bf}
Elementos de construção	9,31	20,50
Subpontuação total:		1,82
Aproveitamento:		45%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Observa-se que a subpontuação total calculada para os Elementos de construção é de 1,82 pontos, sendo que o máximo é de 4 pontos. Este aproveitamento baixo de 45% se deve principalmente ao fato de que a maioria dos itens relacionados a “Elementos de construção” não foram assinalados, tais como “Pré-fabricação”, “Flexibilidade” e “Dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros”.

4.4.2 Edifício 2

O item “padronização”, referente ao Quadro 8 da seção 3.1.4, foi respondido através do projeto estrutural fornecido pela Empresa XY. Então, percebeu-se que as dimensões dos pilares e vigas não eram padronizadas no pavimento (conforme se observa na Figura 24), sendo que para o segundo as variações eram menores. Novamente, não foi observada a presença de leiautes modulares, grades horizontais repetitivas (entre apoios) ou detalhes construtivos padronizados.

Quadro 16 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 2

Elementos de construção	Buildability Indices	cov _{bf} (%)
Padronização		
• Uso de pilares padronizados com mesmas dimensões em corte transversal para pavimento tipo (por exemplo: 30 cm x 40 cm)	0,88	50
• Uso de dimensões padronizadas para vigas por todos os pavimentos (por exemplo: 30 cm x 60 cm)	0,86	75
• Uso de dimensões padronizadas para portas	0,85	80
• Uso de dimensões padronizadas para janelas e lanternins	0,88	70
• Uso de alturas padronizadas para o andar	0,89	70
Simplicidade		
• Componentes fáceis de montar in loco com instruções simples	1,00	80
• Projetos coordenados com o mínimo de referências	0,96	75
Detalhes		
• Detalhes ampliados fornecidos para possíveis conflitos no espaço	0,90	75
Instalação		
• Projetar para materiais, equipamentos, produtos, peças pré-fabricadas disponíveis localmente	0,86	100
• Permitir detalhes de construção alternativos, por exemplo, sequência de materiais ou construção a ser proposta pelos empreiteiros	0,86	100
• Dimensões e pesos dos materiais e componentes são seguros para os trabalhadores manusearem utilizando a maquinaria comumente disponível	0,86	100
• Projetar para maquinaria e equipamento disponíveis localmente	0,84	100
• Projetar para mão de obra com habilidades e conhecimentos técnicos disponíveis localmente	0,91	100

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Com todos os dados disponíveis, calculou-se a subpontuação dos Elementos de construção, como mostrado pela Tabela 24.

Tabela 24 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 2

Sistema	$\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})$	Soma de todos os BI_{bf}
Elementos de construção	9,62	20,50
Subpontuação total:		1,88
Aproveitamento:		47%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

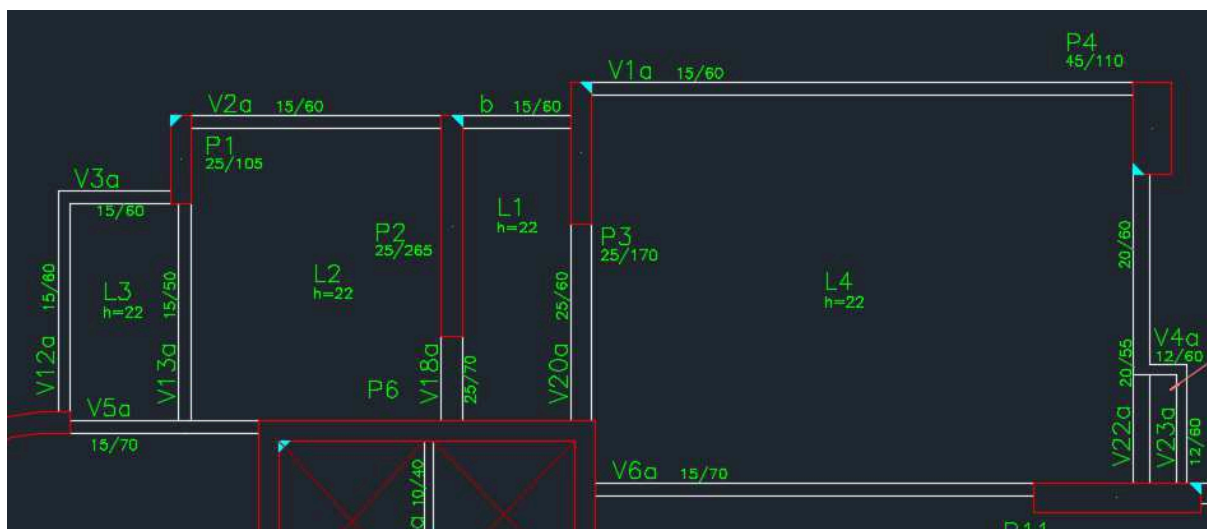
Ao total, a subpontuação calculada foi de 1,88 pontos, sendo que o máximo é de 4 pontos, com aproveitamento baixo de 47%. Isto se deve ao fato de que a maioria dos itens,

como “Pré-fabricação”, “Flexibilidade” e “Dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros” não foram considerados para a análise.

4.4.3 Edifício 3

Para o item “padronização”, referente ao Quadro 8 da seção 3.1.4, pelo projeto estrutural, percebeu-se que as dimensões dos pilares e vigas não eram completamente padronizadas no pavimento (conforme se observa na Figura 25), sendo que as vigas apresentavam menores variações. Não se observou a presença de leiautes modulares, grades horizontais repetitivas (entre apoios) ou detalhes construtivos padronizados.

Figura 25 – Parte da forma do pavimento tipo do Edifício 3



Fonte: autora. Projeto fornecido pela Empresa XY.

Para o restante dos itens de Elementos de construção, foram levadas em conta as considerações feitas no item 4.1.4. Os dados assinalados com suas devidas porcentagens de aplicabilidade se encontram no Quadro 17.

Quadro 17 – Itens aplicados para os Elementos de construção do Edifício 3

Elementos de construção	Buildability Indices	cov _{bf} (%)
Padronização		
• Uso de pilares padronizados com mesmas dimensões em corte transversal para pavimento tipo (por exemplo: 30 cm x 40 cm)	0,88	60
• Uso de dimensões padronizadas para vigas por todos os pavimentos (por exemplo: 30 cm x 60 cm)	0,86	75
• Uso de dimensões padronizadas para portas	0,85	80
• Uso de dimensões padronizadas para janelas e lanternins	0,88	70
• Uso de alturas padronizadas para o andar	0,89	70
Simplicidade		
• Componentes fáceis de montar in loco com instruções simples	1,00	80
• Projetos coordenados com o mínimo de referências	0,96	75
Detalhes		
• Detalhes ampliados fornecidos para possíveis conflitos no espaço	0,90	75
Instalação		
• Projetar para materiais, equipamentos, produtos, peças pré-fabricadas disponíveis localmente	0,86	100
• Permitir detalhes de construção alternativos, por exemplo, sequência de materiais ou construção a ser proposta pelos empreiteiros	0,86	100
• Dimensões e pesos dos materiais e componentes são seguros para os trabalhadores manusearem utilizando a maquinaria comumente disponível	0,86	100
• Projetar para maquinaria e equipamento disponíveis localmente	0,84	100
• Projetar para mão de obra com habilidades e conhecimentos técnicos disponíveis localmente	0,91	100

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Com isso, calculou-se a subpontuação dos Elementos de construção do Edifício 3, como mostrado pela Tabela 25.

Tabela 25 – Subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 3

Sistema	$\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})$	Soma de todos os BI_{bf}
Elementos de construção	9,71	20,50
Subpontuação total:		1,89
Aproveitamento:		47%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

No final, a subpontuação calculada foi de 1,89 pontos, sendo que o máximo é de 4 pontos, com aproveitamento baixo de 47%. Novamente, isto ocorreu porque muitos itens não foram considerados na análise da construtibilidade.

4.5 FATORES ESPECÍFICOS DO LOCAL

4.5.1 Edifício 1

A última característica de projeto analisada para o cálculo da pontuação de construtibilidade se refere aos fatores específicos do local. Todos os dados necessários foram extraídos, novamente, do questionário respondido pelo engenheiro responsável da Empresa XY, baseado no Quadro 9 do item 3.1.5. Algumas notas relevantes foram marcadas para consideração, dentre elas:

- Na seção “Ambiente circundante”, informações sobre serviços localizados abaixo do solo (como encanamentos de esgoto, dutos de gás ou cabos elétricos) não foram fornecidas para as instalações hidrossanitárias, portanto, este item não foi marcado;
- Como não são utilizadas guias na obra, a seção “Formato da implantação da construção em relação à configuração do local” não foi assinalada, além de não ter sido considerada como um fator aplicável, sendo o único item não presente no somatório dos BIs aplicáveis;
- A seção “Construção subterrânea” é admissível apenas para o Edifício 1, uma vez que é o único projeto avaliado com a existência de um pavimento subsolo;
- O item “Resoluções o projeto quanto a restrições de horas trabalhadas”, presentes na última seção “Resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo/Cliente/Usuários, etc., não foi assinalado, pois as informações estão ausentes no projeto.

Dessa maneira, os itens aplicados ao Edifício 1 são mostrados no Quadro 18 a seguir.

Quadro 18 – Itens aplicados para os Fatores específicos do local do Edifício 1

Fatores específicos do local	Buildability Indices
Ambiente circundante	
• Permitir áreas de depósito temporário para construção	0,78
• Permitir que o espaço de trabalho possibilite uma construção segura	1,00
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a edifícios ou estruturas vulneráveis, por exemplo, construções antigas e dilapidadas	0,84
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é adjacente a construções ou estruturas ocupadas	0,70
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a outros locais de construções	0,76
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a calçadas para pedestres	0,90
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é limítrofe a declives ou muros de contenção	0,99
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local está em declive	0,81
• Projeto do edifício leva em consideração a situação quando o local é adjacente a áreas que contêm água, por exemplo, enseadeiras para obras próximas ao mar, rios, reservatórios ou lagos	0,95
• Projeto do edifício leva em consideração a dificuldade em instalar cercas, guindastes ou escoras a construções adjacentes	0,79
Perigos	
• Local limpo de substâncias perigosas conhecidas pela equipe de projeto, por exemplo, amianto	0,83
• Precaução foi tomada durante o projeto contra estabelecimentos perigosos perto do local da obra, por exemplo, adjacente a estações de energia, cabos de alta tensão subterrâneos ou suspensos ou depósitos de gás/petróleo	0,92
Construção subterrânea	
• Projeto da obra permanente que facilite o projeto de trabalhos temporários e sua construção, por exemplo, pilares utilizados para apoiar plataformas temporárias	0,95
• Evidência clara de consideração pela segurança incorporada no projeto	0,97
Preservação	
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, adjacentes ao local da obra	0,81
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, dentro do local da obra	0,95
Resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo / Cliente / Usuários, etc.	
• Resoluções do projeto quanto a restrições da sequência de construção, por exemplo, lajes que permitam (grandes) aberturas em obras de subsolo com sequência de construção de cima para baixo	0,95
• Resoluções do projeto quanto à disponibilidade de serviços de utilidade temporários, por exemplo, projetar pontos de poço para fornecer água em obras de áreas remotas	0,91

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Assim, similarmente ao item anterior, através da Equação 10 do item 3.1.5, somou-se todos os *Buildability Indices* dos FEL, calculou-se o somatório dos BIs assinalados e dos BIs aplicáveis ao projeto, multiplicando por seu BW correspondente, e obteve-se a subpontuação total. A Tabela 26 apresenta os resultados finais.

Tabela 26 – Subpontuação para os Fatores específicos do local do Edifício 1

Sistema	$\Sigma(BI_{ss})$	$\Sigma(BI_{ss})$ aplicáveis
Fatores específicos do local	15,81	20,43
Subpontuação total:		9,29
Aproveitamento:		77%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Pode-se perceber que, como a maioria dos itens para este sistema foi marcado para avaliação, sua subpontuação total de 9,29 pontos – com 12 pontos sendo o máximo – teve um aproveitamento maior comparado aos outros itens analisados, sendo de 77%.

4.5.2 Edifícios 2 e 3

Por fim, calcula-se a construtibilidade referente aos fatores específicos do local. Também neste caso, a mesma subpontuação é válida para os Edifícios 2 e 3. Os dados para cálculo foram retirados do questionário, baseado no Quadro 9 do item 3.1.5. Dentre as notas marcadas pelo engenheiro para o Edifício 1 todas se aplicam, lembrando apenas que as seções “Formato da implantação da construção em relação à configuração local” e “Construção subterrânea” não são admissíveis para os Edifícios 2 e 3, pois não foram utilizadas gruas e não houve pavimentos subsolo, por isso, não foram consideradas no cálculo.

Assim, os itens aplicados ao Edifício 2 são mostrados no Quadro 19 seguinte.

Quadro 19 – Itens aplicados para os Fatores específicos do local dos Edifícios 2 e 3

Fatores específicos do local	Buildability Indices
Ambiente circundante	
• Permitir áreas de depósito temporário para construção	0,78
• Permitir que o espaço de trabalho possibilite uma construção segura	1,00
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a edifícios ou estruturas vulneráveis, por exemplo, construções antigas e dilapidadas	0,84
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é adjacente a construções ou estruturas ocupadas	0,70
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a outros locais de construções	0,76
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a calçadas para pedestres	0,90
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é limítrofe a declives ou muros de contenção	0,99
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local está em declive	0,81
• Projeto do edifício leva em consideração a situação quando o local é adjacente a áreas que contêm água, por exemplo, enseadeiras para obras próximas ao mar, rios, reservatórios ou lagos	0,95
• Projeto do edifício leva em consideração a dificuldade em instalar cercas, guindastes ou escoras a construções adjacentes	0,79
Perigos	
• Local limpo de substâncias perigosas conhecidas pela equipe de projeto, por exemplo, amianto	0,83
• Precaução foi tomada durante o projeto contra estabelecimentos perigosos perto do local da obra, por exemplo, adjacente a estações de energia, cabos de alta tensão subterrâneos ou suspensos ou depósitos de gás/petróleo	0,92
Preservação	
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, adjacentes ao local da obra	0,81
• Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, dentro do local da obra	0,95
Resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo / Cliente / Usuários, etc.	
• Resoluções do projeto quanto a restrições da sequência de construção, por exemplo, lajes que permitam (grandes) aberturas em obras de subsolo com sequência de construção de cima para baixo	0,95
• Resoluções do projeto quanto à disponibilidade de serviços de utilidade temporários, por exemplo, projetar pontos de poço para fornecer água em obras de áreas remotas	0,91

Fonte: adaptado pela autora, conforme método de Wong (2007).

Pela Equação 10 do item 3.1.5, obteve-se a subpontuação total para o Edifício 2. A Tabela 22 apresenta os resultados calculados.

Tabela 27 – Subpontuação para os Fatores específicos do local do Edifício 2

Sistema	$\Sigma(BI_{ss})$	$\Sigma(BI_{ss})$ aplicáveis
Fatores específicos do local	13,89	17,50
Subpontuação total:		9,52
Aproveitamento:		79%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Percebe-se que o aproveitamento para este sistema é de 79%, tendo subpontuação total de 9,52 pontos, sendo 12 pontos o máximo que se pode ter, pois quase todos os itens aplicáveis para o cálculo foram marcados.

4.6 PONTUAÇÃO TOTAL DE CONSTRUTIBILIDADE

4.6.1 Edifício 1

Com todos os sistemas e características de projeto avaliados, foi possível, então, calcular a pontuação total de construtibilidade segundo Wong (2007), através da Equação 11, seção 3.1.6.

Tabela 28 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 1

Sistema	Subpontuação
Superestrutura	52,51
Acabamentos	1,23
Aspectos construtivos dos serviços	1,54
Elementos de construção	1,82
Fatores específicos do local	9,29
BScore:	66,27
Aproveitamento total:	74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Como mostra a Tabela 28, conclui-se que a pontuação final de construtibilidade para o Edifício 1 é de 66,27 pontos dos 90 pontos máximos estabelecidos. Isso significa um aproveitamento de, aproximadamente, 74% no total.

4.6.2 Edifício 2

Através dos resultados obtidos nos itens anteriores, conseguiu-se calcular a pontuação total de construtibilidade do Edifício 2 através da Equação 11, seção 3.1.6, estabelecida por Wong (2007).

Tabela 29 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 2

Sistema	Subpontuação
Superestrutura	52,39
Acabamentos	1,23
Aspectos construtivos dos serviços	1,55
Elementos de construção	1,88
Fatores específicos do local	9,52
BScore:	66,57
Aproveitamento total:	74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Pela Tabela 29 apresentada acima, obteve a BScore com 66,57 pontos, dos 90 máximos estabelecidos. Isso significa um aproveitamento de, aproximadamente, 74% no total.

4.6.3 Edifício 3

A pontuação total de construtibilidade do Edifício 3 foi possível de ser calculada através dos resultados obtidos nos itens anteriores e pela Equação 11, seção 3.1.6, demonstrada por Wong (2007).

Tabela 30 – Pontuação total (BScore) de construtibilidade do Edifício 3

Sistema	Subpontuação
Superestrutura	52,39
Acabamentos	1,22
Aspectos construtivos dos serviços	1,55
Elementos de construção	1,89
Fatores específicos do local	9,52
BScore:	66,57
Aproveitamento total:	74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Percebe-se pela Tabela 30 uma pontuação total de construtibilidade de 66,57 pontos, considerando os 90 máximos estabelecidos, significando um aproveitamento de 74%.

4.7 ANÁLISE FINAL

4.7.1 Comparação entre os projetos

A Tabela 31 mostra os resultados da pontuação dos três projetos avaliados, sistema por sistema.

Tabela 31 – Comparação entre as pontuações totais de construtibilidade

Sistema	Subpontuação Edifício 1	Subpontuação Edifício 2	Subpontuação Edifício 3
Superestrutura	52,39	52,39	52,39
Acabamentos	1,23	1,23	1,22
Aspectos construtivos dos serviços	1,54	1,55	1,55
Elementos de construção	1,82	1,88	1,89
Fatores específicos do local	9,29	9,52	9,52
BScore:	66,27	66,57	66,57
Aproveitamento total:	74%	74%	74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Os três projetos apresentaram pontuações de construtibilidade muito similares. Isso significa que para os me deve ao fato de que foram utilizados o mesmo memorial descritivo para os três e o mesmo questionário para os Edifícios 2 e 3, com apenas algumas diferenças para o Edifício 1. A pontuação máxima estabelecida para a análise no trabalho é de 90 pontos, o aproveitamento de 74% obtido pelos projetos é considerada alta, visto que não se tem uma construção muito racionalizada no Brasil e, principalmente, pelo fato de que a empresa contratada desconhecia o conceito de construtibilidade, lembrando que se adotou que acima de 65% de aproveitamento a pontuação seria considerada alta.

Os projetos 2 e 3 obtiveram pontuação de 66,57 pontos. As diferenças na análise se deram nos quesitos “Acabamentos” e “Elementos de construção”. No primeiro sistema, o Edifício 2 teve mais pontos em “tetos internos” e “paredes externas”, por possuir menor proporção de área em Reboco e tinta nos tetos – acabamento com menor construtibilidade entre as opções – e maior proporção de vidro nas paredes externas, o qual apresenta maior BI comparado com porcelanato/azulejo. Já para “Elementos de construção”, a diferença foi devido à maior padronização de dimensões de pilares para o terceiro edifício.

Para o Edifício 1, encontrou-se a pontuação de 66,27 pontos. Comparando com os outros dois projetos, este apresentou pontuação igual no sistema “Superestrutura” e pontuação

similar em “Acabamentos” e “Aspectos construtivos dos serviços”. Em “Elementos de construção” a diferença se deu, principalmente, à menor padronização de dimensões de vigas e pilares observada nos projetos estruturais, em comparação com os outros edifícios. Por último, para “Fatores específicos do local”, houve menor pontuação, pois, considerou-se o item “Construção Subterrânea”, cujas alternativas contidas não foram todas assinaladas, o que aumentou o somatório de BIs aplicáveis e diminuiu a pontuação final.

Os 2 pontos previstos para o sistema de “acabamentos” são de pouca importância se comparados ao procedimento trabalhoso para obter as áreas de cálculo. Em grande parte, isso ocorreu devido ao projeto disponibilizado se encontrar no formato “.dwg”, disponível para o software AutoCAD, onde as áreas de cada acabamento para os cômodos foram obtidas manualmente. O uso de projetos em BIM (*Building Information Modelling*) poderia facilitar muito o cálculo deste item, já que os dados necessários seriam obtidos automaticamente pelas ferramentas contidas em algum programa compatível, como o Revit, conforme a modelagem feita.

Além disso, vale ressaltar que o método BAM utilizado não considera alguns aspectos do projeto, como por exemplo, a forma curva presente no Edifício 3. Esta característica é de difícil execução comparada às formas tradicionais retas e deveria afetar a pontuação de construtibilidade negativamente, porém, isso não foi mostrado no indicador.

4.7.2 Sugestões para aumento da pontuação de construtibilidade

Outra análise pode ser feita, relacionada aos resultados dos aproveitamentos totais de cada sistema, como mostra a Tabela 32. Ela apresenta a porcentagem de pontos que foi obtida comparada ao máximo permitido para cada quesito, calculada para cada obra. Observando os números abaixo e os itens que foram assinalados no questionário, algumas sugestões podem ser feitas para aumentar a pontuação de construtibilidade de alguns sistemas. Como uma das propostas do trabalho, essas alterações serão aplicadas no Edifício 3, por possuir a mesma pontuação do segundo projeto.

Tabela 32 – Comparação entre os aproveitamentos de cada sistema

Sistema	Aproveitamento Edifício 1	Aproveitamento Edifício 2	Aproveitamento Edifício 3
Superestrutura	76%	76%	76%
Acabamentos	62%	62%	61%
Aspectos construtivos dos serviços	51%	52%	52%
Elementos de construção	45%	47%	47%
Fatores específicos do local	77%	79%	79%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

O quesito “Elementos de construção” apresentou para todos os projetos o menor aproveitamento entre os sistemas. Os valores baixos encontrados se devem principalmente ao fato de que a maioria das alternativas disponíveis não foram assinaladas, tais como “Pré-fabricação”, “Flexibilidade” e “Dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros”. Uma sugestão para aumentar a pontuação seria a utilização de peças pré-fabricadas nas obras, como banheiros prontos e shafts, que, comparados com os sistemas convencionais, apresentam maior velocidade de execução e facilidade na gestão de recursos, ou seja, assinalar as alternativas do quesito “Pré-fabricação”. A alteração sugerida é mostrada na Tabela 33.

Tabela 33 – Alteração da subpontuação para os Elementos de construção do Edifício 3

Sistema	$\Sigma(BI_{bf} \times cov_{bf})$	Soma de todos os BI_{bf}
Elementos de construção	13,14	20,50
Subpontuação total:		2,56
Aproveitamento:		64%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Além disso, em “Aspectos construtivos dos serviços”, também com aproveitamento relativamente baixo, sugere-se maior detalhamento e coordenação dos projetos, além da adoção de componentes padronizados, a fim de aumentar a produtividade em campo e melhorar a qualidade do serviço, ou seja, aplicar os itens “Detalhes”, “Coordenação” e “Padronização”. A alteração proposta aparece na Tabela 34.

Tabela 34 – Alteração da subpontuação para os ACS construtivos do Edifício 3

Sistema	$\Sigma(BI_{bs} \times cov_{bs})$	Soma de todos os BI_{bs}
Aspectos construtivos dos serviços	8,80	11,66
Subpontuação total:		2,26
Aproveitamento:		75%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

O sistema da “Superestrutura”, que engloba estrutura, lajes, envelope, paredes internas e telhado, é o que mais influencia na pontuação total, já que representa 69 pontos dos 90. Apesar de apresentar um aproveitamento aceitável de 76%, algumas alterações poderiam ser feitas para melhorar a construtibilidade na execução da obra. Nos projetos, a estrutura, lajes e telhado são constituídos de concreto armado moldado in loco, enquanto que o envelope e paredes internas são formadas por blocos cerâmicos. Ao analisar o Quadro 5, da seção 3.1.1, referente aos sistemas de construção escolhidos para a pontuação de construtibilidade, percebe-se que muitos deles não são comuns no Brasil, portanto, das opções disponíveis, sugere-se alterações viáveis para nossa realidade para estrutura, lajes e paredes internas.

De modo geral, das alternativas escolhidas para alteração prevaleceu o método pré-fabricado, por acreditar que sua aplicação em obra incluiria um trabalho de alta qualidade e menor poluição sonora, o que aumenta a construtibilidade por permitir maior eficiência na construção, além de prever padronização e repetições, o que facilita a montagem dos elementos em campo. Em “Estrutura”, a opção sugerida é de se utilizar componentes pré-fabricados, como escadas, totalizando 20% do volume total enquanto os outros 80% ainda representariam concreto armado moldado in loco. Em “Laje”, a opção de troca seria para “laje pré-fabricada com revestimento in loco” e para “Paredes internas”, a alteração seria para “dry wall”, método utilizado amplamente em outros países do mundo que, aos poucos, é difundido no Brasil. A nova subpontuação de estrutura para o Edifício 3 se encontra na Tabela 35.

Tabela 35 – Alteração da subpontuação para a Estrutura do Edifício 3

Parte	Sistema de construção	Porcentagem relativa (V_x ou A_x)	Buildability Index	Subpontuação
Estrutura	Estrutura de concreto armado pré-fabricado	20%	1,00	4,60
Estrutura	Concreto armado moldado in loco	80%	0,81	14,90
Lajes	Pré-fabricada com revestimento in loco	100%	0,74	14,00
Envelope	Tijolo cerâmico	100%	0,69	13,11
Telhado	Concreto in loco	100%	0,81	8,10
Paredes internas	Dry wall	100%	0,73	3,00
Subpontuação total:				57,71
Aproveitamento:				84%

Fonte: elaborado pela autora

Como o quesito “Fatores específicos do local” obteve um bom aproveitamento – de 78% em média – e os “Sistemas de acabamento” mais comuns foram aqueles utilizados nos projetos, optou-se por não alterar as subpontuações desses itens.

Assim sendo, calculou-se a nova pontuação de construtibilidade, BScore, aplicando as alterações feitas em “Superestrutura”, “Aspectos construtivos dos serviços” e “Elementos de construção” e comparou-se com a pontuação antiga (Tabela 36).

Tabela 36 – Comparação entre as pontuações do Edifício 3

Sistema	Subpontuação nova	Subpontuação antiga
Superestrutura	57,71	52,39
Acabamentos	1,23	1,23
Aspectos construtivos dos serviços	2,26	1,55
Elementos de construção	2,56	1,88
Fatores específicos do local	9,29	9,52
BScore:	73,05	66,57
Aproveitamento total:	81%	74%

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A nova BScore calculada trouxe um aumento de 6,48 pontos em construtibilidade, o que significa 7% de aproveitamento. A adoção do método pré-fabricado traz diversos benefícios de construtibilidade, como mostrado no item 2.3. Além de melhorar o método construtivo e tecnologia utilizada no projeto devido à alta qualidade comparado com outros materiais e eficiência, há diminuição das tarefas na construção e redução da duração total da obra. Aliado

à maior coordenação e detalhamento de projetos, os benefícios variam entre redução de retrabalhos, dúvidas e revisões com uma melhora da comunicação entre as equipes responsáveis, até redução dos custos totais do projeto.

As alterações sugeridas foram propostas com o objetivo de melhorar a segurança, produtividade e simplicidade na execução da obra, como propõe Wong (2007) em sua tese, desconsiderando o custo dos novos materiais aplicados. Além disso, para que algumas dessas sugestões sejam aplicadas efetivamente, é necessário o entrosamento entre as equipes de projeto e de campo, para que as informações sejam repassadas de forma simples e detalhada, evitando erros e retrabalho na obra.

4.8 DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos, pode-se fazer algumas considerações sobre a aplicação do método nos projetos em análise. Com a compreensão do conceito de construtibilidade, o BAM se torna simples e fácil de ser utilizado, mostrando em valores quais sistemas precisam ser melhorados para atingir maior construtibilidade em campo. A etapa de tradução das tabelas do método tomou bastante tempo, pois procurava-se adaptar o mais fielmente possível do inglês para o português, tanto para os materiais construtivos quanto para termos e expressões referentes a projeto ou execução. Porém, como os materiais e técnicas construtivas mais comuns foram retirados de entrevistas com os profissionais da indústria de Hong Kong feitas pelo autor (WONG, 2007), muitos deles não são comumente utilizados no Brasil, o que restringe a análise de projetos para apenas alguns itens das tabelas e, conseqüentemente, impossibilita pontuações diferenciadas nesse quesito.

Os três projetos analisados neste trabalho foram obtidos pela mesma construtora, sendo então, similares na sua concepção e representatividade. Obtendo-se projetos com métodos construtivos diferentes, de outras construtoras ou projetistas, ou com outras aplicações, aumentaria o escopo do estudo do trabalho.

Para o desenvolvimento dos cálculos, utilizou-se de informações fornecidas pelo engenheiro civil responsável pelas obras, porém, tais informações seriam mais precisas caso fossem obtidas diretamente com os profissionais responsáveis pelos projetos – arquitetônico, estrutural e complementares – ou pela execução das obras.

Ainda, o método apresentado foi prático e fácil de ser utilizado, porém falha em alguns aspectos pela falta de consideração de informações referentes a projetos, como mostrado no item 4.7.1. Isso mostra que só o memorial descritivo não foi suficiente para análise, informações

mais corretas vindas diretamente dos profissionais do canteiro de obras e uma análise mais profunda das características de projeto do método definiriam pontuações de construtibilidade mais precisas.

Por fim, discute-se a necessidade do conhecimento ou aplicação de softwares em BIM, pois, como é mostrado, todos os cálculos podem ser feitos manualmente, com a ressalva de ser muito trabalhoso e impreciso. O uso desses programas agilizaria o cálculo para os acabamentos e também as possíveis substituições a serem feitas caso se queira aumentar a sua pontuação de construtibilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÃO

O conceito de construtibilidade surgiu com o objetivo de facilitar a construção, garantindo maior segurança, produtividade e redução de custos. Amplamente estudada em diversos países do mundo, ainda é pouco conhecida no Brasil, devido à escassez de pesquisas sobre o tema. Enquanto isso, muitas obras ainda sofrem com projetos mal planejados, repletos de erros de compatibilização, poucos detalhes e informações desnecessárias. Essa situação foi verificada através da revisão bibliográfica, onde se conseguiu apresentar um panorama geral dos princípios, aplicações e benefícios da construtibilidade nos projetos de construção civil, com o intuito de disseminar este parâmetro no País.

Apesar de ser um parâmetro difícil de ser entendido, diversas abordagens tentam inclui-la para a melhora da execução das obras em campo. Uma delas é a avaliação quantitativa da construtibilidade, que expõe em números o quanto uma obra é fácil de ser construída.

Dois dos objetivos específicos do trabalho eram levantar os métodos existentes para avaliação da construtibilidade e escolher o mais adequado aos casos em estudo, os quais foram cumpridos nos itens 2.5 e 2.6, respectivamente, do capítulo sobre Revisão Bibliográfica. Dentre os métodos disponíveis na literatura para análise, foi escolhido o BAM – *Buildability Assessment Model* – devido à similaridade entre Hong Kong, a cidade para qual foi desenvolvido o método, e Balneário Camboriú, para onde os edifícios avaliados foram projetados.

Após extenso estudo sobre como o método foi desenvolvido, entendendo suas variáveis e como se procede ao cálculo de avaliação de construtibilidade, três projetos de edifícios de alto padrão foram separados para análise. O objetivo do trabalho de avaliar a construtibilidade desses projetos foi concluído no Capítulo 4.

O procedimento de cálculo se mostrou muito simples, exceto para os sistemas de acabamento, pelo fato de ser necessário obter todos os dados manualmente. Ao final, as pontuações de construtibilidade para os três projetos foram alcançadas. Apesar da empresa desconhecer o conceito de construtibilidade quando da criação dos projetos, os resultados se mostraram acima do esperado e considerados aceitáveis, sendo que dois projetos obtiveram pontuações muito parecidas, em função da similaridade entre eles quanto aos sistemas de construção analisados.

Então, cumprindo os últimos objetivos do trabalho, foram analisados aspectos de construtibilidade nos projetos e, então, sugeriu-se algumas alterações nos sistemas de construção utilizados nas estruturas e em algumas considerações acerca de aspectos construtivos e elementos de construção, sendo a maioria relativa a elementos pré-fabricados, todas mostradas no item 4.7.2. A nova pontuação obtida caso essas sugestões fossem incorporadas em uma análise pré-construção foi significativa, considerando que houve apenas poucas mudanças práticas. Chegou-se à conclusão de que o método pode ser aplicado em Santa Catarina, apenas com algumas adaptações necessárias ao cálculo, até que seja desenvolvido um método específico de avaliação quantitativa de construtibilidade para as cidades brasileiras.

Deve-se remarcar que apesar dos cálculos apresentados parecerem simples, o conceito por trás foi difícil de ser entendido, pois construtibilidade é um assunto pouco estudado na construção civil brasileira. Foi necessário o estudo de artigos e teses de mestrado e doutorado para a compreensão do tema, para que pudesse ser explicado no trabalho de uma maneira simples e didática.

De modo geral, é necessário reconhecer que a maioria dos aspectos avaliados depende integralmente da relação e comprometimento entre equipes de projeto e de execução. As informações repassadas entre elas são de extrema importância para evitar repetição de erros, especificar maiores detalhes para uma execução precisa e garantir um planejamento seguro da obra. Não se trata apenas de difundir o conceito teórico, mas acredita-se que mudanças desde a fase de projeto de um empreendimento possam trazer melhorias no emprego de recursos em obras.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, há diversas sugestões a serem feitas. Uma delas é avaliar a construtibilidade entre projetos de construtoras diferentes, para analisar as diferenças entre as considerações feitas para os diferentes sistemas avaliados no método.

Outra sugestão é utilizar um método em plataforma BIM para a avaliação, como os desenvolvidos por Zhang (2016) e Zolfagharian (2016), comparando seus possíveis resultados.

Também pode ser feita alguma pesquisa mais aprofundada sobre aspectos de construtibilidade no Brasil, o que foi estudado até agora em dissertações publicadas, inclusive com a adaptação dos métodos internacionais para a realidade brasileira, o que pode ser feito através da requalificação dos pesos e requisitos avaliados, baseando-se no método BAM.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, Rosa Carolina Abrahão. **Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura.** Dissertação de Mestrado em Construção Civil. 2010. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

ARCADIS. **International Construction Costs 2017: Cost certainty in na uncertain world.** 2017. Disponível em: <https://images.arcadis.com/media/3/6/8/%7B368131AD-E31B-4552-821B-1F66DC62F805%7DICC%202017_FINAL_singles.pdf?_ga=2.168230433.1012422035.1531094161-1256295666.1531094161>. Acesso em: 08/07/2018

ASCE. **Constructability and Constructability Programs: White Paper.** Journal of Construction Engineering and Management. 1991. Vol. 117, No. 1, p. 67–89.

BARBOSA, Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes. **Uma contribuição à análise de medidas de construtibilidade em obras de edificações prediais residenciais em alvenaria estrutural.** Tese de Mestrado em Construção da Escola de Engenharia. 2013. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **CII Best Practices Guide: Improving Project Performance.** Estados Unidos: Fevereiro, 2012.

DELEGREGO, Victor. **Construtibilidade: lições internacionais e aplicações para o Brasil.** Tese de Graduação em Engenharia Civil. 2017. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

EMMERSON, Harold; EMMERSON, Sir Harold Corti. **Survey of problems before the construction industries: Report prepared for the Minister of Works.** HM Stationery Office, 1962.

GRIFFITH, A. **Concept of Buildability.** In: Proceedings of the IABSE Workshop: Organisation of the Design Process. 1986.

GRIFFITH, A.; SIDWELL, A. C. **Development of constructability concepts, principles and practices.** Engineering, Construction and Architectural Management. 1997. Vol. 4, No. 4, p. 295–310.

LAM, Patrick TI; WONG, Franky WH; TIONG, R. **An Empirical Study of the Relationship Between Buildability and Productivity in Singapore–Lessons for Hong Kong SAR.** In: CRIOCM 2006 International Research Symposium, The Chinese Research Institute of Construction Management and North China Electric Power University. 2006. p. 3-5.

LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H. **Implementing a Buildability Assessment Model for Buildability Improvement.** Architectural Science Review. 2008. Vol. 51, No. 2, p. 173-184.

LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H. **A comparative study of buildability perspectives between clients, consultants and contractors.** Construction Innovation. 2011. Vol. 11, No. 3, p. 305–320.

MELHADO, Silvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1994. São Paulo.

MELHADO, Silvio. **A qualidade na construção de edifícios e o tratamento das interfaces entre os sistemas de gestão dos diversos agentes.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. Anais. Salvador: ANTAC, 2000. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_618.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

NARLOCH, Tamyres Blenke et al. **Modelo indicador da construtibilidade a partir da análise geométrica do projeto.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura. 2015. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

NEVES, Ana Paula Veloso. **Avaliação da construtibilidade em edifícios de ensino superior.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. 2012. Universidade de Aveiro. Aveiro.

NIMA, M. A.; ABDUL-KADIR, M. R.; JAAFAR, M. S.; ALGHULAMI, R. G. **Constructability implementation: a survey in the Malaysian construction industry.** Construction Management and Economics. 2001. Vol. 19, p. 819–829.

O'CONNOR, J. T.; TUCKER, R. L. **Industrial project constructability improvement.** Journal of Construction Engineering and Management. 1986. Vol. 12, N. 1, p. 69-81.

O'CONNOR, J. T.; RUSCH, S. E.; SCHULZ, M. J. **Constructability Concepts for Engineering and Procurement.** Journal of Construction Engineering and Management. 1987. Vol. 113, No. 2, p. 235–248.

OTHMAN, Ayman Ahmed Ezzat. **Improving Building Performance through Integrating Constructability in the Design Process.** International Journal of Organisation, Technology and Management in Construction. 2011. Vol. 3, No. 2, p. 333-347.

POH, P. S. H.; CHEN, J. **The Singapore buildable design appraisal system: a preliminary review of the relationship between buildability, site productivity and cost.** Construction Management and Economics. 1998. Vol. 16, No. 6, p. 681–692.

RIBEIRO, S. G.; **Metodologia para validação de projetos baseada na análise de construtibilidade.** 167f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil. 2005. UFF, Niterói, RJ.

RODRIGUES, Marilucy Butinholi. **Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. 2005. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese de Doutorado. 1989. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; GUIMARÃES Susane Mauro. **A Importância da Construtibilidade na Gestão de Projeto da Construção Civil**. 2006. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/886.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

WONG, F. W. H., LAM P. T. I., CHAN, E.H.W., SHEN, L.Y. **A study of measures to improve constructability**. International Journal of Quality and Reliability Management. 2006. Vol. 24, No. 6, p. 586-601.

WONG, Wing-hei. **Developing and implementing an empirical system for scoring buildability of designs in the Hong Kong construction industry**. Tese de Doutorado. 2007. The Hong Kong Polytechnic University. Hong Kong.

ZUCCHETTI, Lais. **A construtibilidade como requisito de avaliação de componentes para a edificação: o caso do Elemento de Integração alvenaria/esquadria**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

ZOLFAGHARIAN, Samaneh. **A knowledge-based BIM exchange model for constructability assessment of commercial building designs**. Tese de Doutorado. 2016. Georgia Institute of Technology. School of Building Construction. Atlanta.

APÊNDICE A – Modelo de questionário

A fim de obter as informações necessárias para se chegar ao cálculo da pontuação de construtibilidade dos três projetos, foi elaborado um questionário com base nas variáveis dos sistemas e enviado para o engenheiro responsável pelas obras, para que respondesse de modo mais fiel possível de acordo com o desenvolvimento dos projetos. Abaixo, encontra-se o modelo de questionário desenvolvido pela autora, baseado no método de Wong (2007).

QUESTIONÁRIO		
<p>O Questionário abaixo foi desenvolvido com o intuito de obter as variáveis necessárias para o cálculo da construtibilidade nos projetos de obras disponibilizados pela empresa. A fim de realizar o procedimento completo, além dos projetos estruturais/arquitetônicos e memoriais descritivos, são necessárias algumas informações adicionais sobre os serviços na obra, como: uso de materiais, aspectos construtivos e fatores específicos do canteiro de obras, além de algumas considerações feitas na etapa de concepção. Para isso, solicitamos que o Sr. marque as opções que são características do projeto em questão. Se não for possível disponibilizar os projetos estruturais para cálculo, favor indicar ao lado o percentual do sistema de construção utilizado no projeto. Caso alguma das características não tenha sido considerada na elaboração do projeto ou não foi uma preocupação específica/sistemática, considere como resposta negativa e, portanto, não marque.</p> <p>Sinta-se livre para adicionar algum comentário que o senhor ache pertinente para o assunto.</p> <p>Agradeço a compreensão!</p>		
Partes diferentes da superestrutura de um edifício	Sistemas de construção comuns	Marcar as opções que são características ou se aplicam ao projeto em questão – caso pertinente, indicar ao lado o percentual no total da obra
Estrutura (exceto lajes)	• Estrutura de concreto armado pré-fabricado	() ____%
	• Aço estrutural com revestimento antichamas	() ____%
	• Concreto armado moldado in loco	() ____%
	• Pilares-parede moldados in loco / Blocos estruturais	() ____%
	• Sistemas mistos aço-concreto	() ____%
Laje	• Laje pré-fabricada com revestimento in loco	() ____%
	• <i>Steel Deck</i> coberto por camada de concreto in loco	() ____%
	• Laje de concreto armado in loco	() ____%
	• Laje plana	() ____%
	• Laje de concreto protendida	() ____%

Envelope	• Parede de concreto pré-fabricada com janelas e acabamentos pré-instalados	() _____ %
	• Parede Cortina	() _____ %
	• Parede de concreto moldada in loco	() _____ %
	• Forma pré-acabada para lançamento de concreto in loco	() _____ %
	• Bloco de concreto ou tijolo cerâmico	() _____ %
Telhado	• Telhado de concreto pré-fabricado	() _____ %
	• Steel Deck coberto com concreto in loco	() _____ %
	• Telhado compósito aço-concreto sobre treliças metálicas	() _____ %
	• Telhado de concreto in loco	() _____ %
Parede interna	• Dry wall	() _____ %
	• Bloco de concreto / tijolo cerâmico	() _____ %
	• Parede de concreto armado moldada in loco	() _____ %

OUTROS COMPONENTES DO PROJETO
Sistemas de acabamento

Localização	Sistema de acabamento	
Tetos internos	• Sem acabamento (aparente/desformado)	() _____ %
	• Rebaixo de forro com gesso	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	() _____ %
	• Vidro (pré-instalado)	() _____ %
	• Vidro (fixado in loco)	() _____ %
	• Placa de gesso, massa corrida e tinta	() _____ %
Paredes internas	• Sem acabamento (aparente/desformado)	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	() _____ %
	• Porcelanato / azulejo nivelado (pré-acabado)	() _____ %
	• Porcelanato / azulejo nivelado (aplicado in loco)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	() _____ %
	• Revestimento de metal (pré-acabado)	() _____ %
	• Revestimento de fibra de vidro reforçada (pré-acabado)	() _____ %

	• Vidro estrutural (pré-instalado)	() _____ %
	• Vidro estrutural (fixado in loco)	() _____ %
	• Placa de gesso, massa corrida e tinta	() _____ %
Pisos internos	• Porcelanato / azulejo nivelado (pré-acabado)	() _____ %
	• Porcelanato / azulejo nivelado (aplicado in loco)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	() _____ %
Paredes externas	• Sem acabamento (aparente) (sobre concreto)	() _____ %
	• Sem acabamento (aparente) (sobre tijolo cerâmico)	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta tradicionais (aplicados in loco)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (pré-acabados)	() _____ %
	• Reboco e tinta a jato (aplicados in loco)	() _____ %
	• Porcelanato / azulejo nivelado (pré-acabado)	() _____ %
	• Porcelanato / azulejo nivelado (aplicado in loco)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (pré-acabado)	() _____ %
	• Granito/Cantaria (aplicado in loco)	() _____ %
	• Revestimento de metal (pré-acabado)	() _____ %
	• Revestimento de fibra de vidro reforçada (pré-acabado)	() _____ %
	• Vidro (pré-instalado)	() _____ %
	• Vidro (fixado in loco)	() _____ %
Telhado	• Telhado plano - Membrana impermeabilizante com camada protetora	() _____ %
	• Telhado plano - Impermeabilização líquida aplicada com camada protetora	() _____ %
	• Telhas metálicas com isolamento separado e barreira para vapor	() _____ %
	• Telhado de deque de metal - compósito aço-concreto	() _____ %
	• Telha cerâmica (para telhados inclinados)	() _____ %
	• Placas de PVC rígido ou fibra de vidro reforçada	() _____ %
	• Telhas de fibrocimento	() _____ %

Nos itens a seguir, marque se a característica foi aplicada ao projeto e a porcentagem da aplicabilidade do projeto (em relação ao projeto total).

Aspectos construtivos dos serviços no projeto	Marque as opções características do projeto
Espaço	
<ul style="list-style-type: none"> Espaço e localização apropriados para equipamentos e reservatórios (por exemplo: de preferência, que equipamentos volumosos estejam localizados no nível do solo em vez de no subsolo). 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Pé-direito adequado para tubos e dutos 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Acesso permitido para instalação de equipamentos (por exemplo: portas duplas ou aberturas reservadas com largura adequada para serem preenchidas mais tarde) 	() ____%
Detalhes	
<ul style="list-style-type: none"> Detalhes adequados de penetração de tubulações e cabos 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Detalhes claros de instalação para componentes escondidos (por exemplo: leiaute dos condutos e caixa de ligação) 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Detalhes claros para o suporte de equipamentos (por exemplo: pedestal de concreto e construção antivibração). 	() ____%
Coordenação	
<ul style="list-style-type: none"> Demarcação clara mostrando as interfaces entre diferentes sistemas (por exemplo: fornecimentos de água e energia com sistemas de ar condicionado) 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Coordenação entre dimensões dos tubos e espaço para canalização 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Trabalho feito preferencialmente em uma etapa para evitar ao máximo serviços ocorrendo conjuntamente (por exemplo: instalação de difusores e grades de ar condicionado e instalação de teto falso e dutos de iluminação). 	() ____%
Tubulação e canalização	
<ul style="list-style-type: none"> Uso de dutos e tubulações pré-isolados 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Uso de dutos e tubulações flexíveis de fácil conexão 	() ____%
<ul style="list-style-type: none"> Administração e identificação clara dos cabos, incluindo o sistema de controle das instalações elétricas 	() ____%
Uso de guindastes e gruas	
<ul style="list-style-type: none"> Requisitos especificados de guindastes ou gruas para içar equipamentos em sua posição (exemplo: erguer motores e resfriadores até o telhado) 	() ____%
Padronização	
<ul style="list-style-type: none"> Uso de componentes padronizados 	() ____%

- Elementos de construção

Do mesmo modo como anteriormente, nos itens a seguir, marque se a característica foi aplicada ao projeto e a porcentagem da aplicabilidade no projeto (em relação ao projeto total).

**Os itens da Padronização foram aqui mantidos caso não seja disponibilizado o projeto estrutural.*

Elementos de construção	Marque as opções características do projeto
Padronização	
• Uso de pilares padronizados com mesmas dimensões em corte transversal para pavimento tipo (por exemplo: 30 cm x 40 cm)	() ____%
• Uso de dimensões padronizadas para vigas por todos os pavimentos (por exemplo: 30 cm x 60 cm)	() ____%
• Uso de dimensões padronizadas para portas	() ____%
• Uso de dimensões padronizadas para janelas e lanternins	() ____%
• Uso de leiautes modulares	() ____%
• Uso de alturas padronizadas para o andar	() ____%
• Uso de grades horizontais repetitivas (entre apoios)	() ____%
• Uso de detalhes construtivos padronizados (por exemplo: disposição dos vergalhões para vigas, paredes e pilares)	() ____%
Pré-fabricação	
• Acabamentos pré-instalados para componentes pré-fabricados	() ____%
• Uso de banheiros ou toaletes independentes pré-fabricados com acabamentos, louça sanitária e tubulações instaladas	() ____%
• Uso de escadas pré-fabricadas	() ____%
• Uso de shafts horizontais e verticais pré-fabricados, por exemplo, dutos de serviço, cabos e canaletas	() ____%
Simplicidade	
• Componentes fáceis de montar in loco com instruções simples	() ____%
• Projetos coordenados com o mínimo de referências	() ____%
Detalhes	
• Tolerâncias razoáveis especificadas	() ____%
• Detalhes ampliados fornecidos para evitar possíveis conflitos no espaço	() ____%
Flexibilidade	
• Componentes e peças intercambiáveis, por exemplo, orientação esquerda/direita de equipamentos, como armários ou pias de cozinha	() ____%
Instalação	
• Projetar para materiais, equipamentos, produtos, peças pré-fabricadas disponíveis localmente	() ____%
• Permitir detalhes de construção alternativos, por exemplo, sequência de materiais ou construção a ser proposta pelos empreiteiros	() ____%
• Dimensões e pesos dos materiais e componentes são seguros para os trabalhadores manusearem utilizando a maquinaria comumente disponível	() ____%

• Projetar para maquinaria e equipamento disponíveis localmente	() _____ %
• Projetar para mão de obra, com habilidades e conhecimentos técnicos, disponível localmente	() _____ %
Dependência nos desenhos de fábrica ou dos empreiteiros	
• Projetos de empreiteiros especialistas são solicitados, fornecendo-se critérios de desempenho claros e orientação, caso for necessário	
	() _____ %

- Fatores específicos do local

Aqui, apenas marque as opções que forem características do projeto.

Fatores específicos do local	Marque as opções características do projeto
Ambiente circundante	
• Permitir áreas de depósito temporário para construção	()
• Permitir que o espaço de trabalho possibilite uma construção segura	()
• Identificar acessos temporários e estradas de saída para operações na construção	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a edifícios ou estruturas vulneráveis, por exemplo, construções antigas e dilapidadas	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é adjacente a construções ou estruturas ocupadas	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a outros locais de construções	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando o perímetro do local é limítrofe a calçadas para pedestres	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local é limítrofe a declives ou muros de contenção	()
• Projeto do edifício leva em consideração quando a área do local está em declive	()
• Projeto do edifício fornece maior espaço aberto do que a taxa de ocupação do canteiro	()
• Informações sobre serviços, por exemplo, encanamentos de esgoto, dutos de gás da cidade ou cabos elétricos/telecomunicação, localizados abaixo do solo devem ser fornecidos claramente	()
• Projeto do edifício leva em consideração a situação quando o local é adjacente a áreas que contêm água, por exemplo, enseadeiras para obras próximas ao mar, rios, reservatórios ou lagos	()
• Projeto do edifício leva em consideração a dificuldade em instalar cercas, guindastes ou escoras a construções adjacentes	()
Formato da implantação da construção em relação à configuração do local	

<ul style="list-style-type: none"> • Permitir o movimento da maquinaria com raio de giração adequado 	()
Perigos	
<ul style="list-style-type: none"> • Local limpo de substâncias perigosas conhecidas pela equipe de projeto, por exemplo, amianto 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Precaução foi tomada durante o projeto contra estabelecimentos perigosos perto do local da obra, por exemplo, adjacente a estações de energia, cabos de alta tensão subterrâneos ou suspensos ou depósitos de gás/petróleo 	()
Construção subterrânea	
<ul style="list-style-type: none"> • Projeto da obra permanente que facilite o projeto de trabalhos temporários e sua construção, por exemplo, pilares utilizados para apoiar plataformas temporárias 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Evidência clara de consideração pela segurança incorporada no projeto 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Evidência clara de considerações incorporadas no projeto para minimizar a entrada de água e dificuldades geotécnicas, como falhas e buracos 	()
Preservação	
<ul style="list-style-type: none"> • Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, adjacentes ao local da obra 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Instruções claras fornecidas para a preservação de árvores, monumentos, etc, dentro do local da obra 	()
Resoluções do projeto quanto a restrições impostas pelo Governo / Cliente / Usuários, etc.	
<ul style="list-style-type: none"> • Resoluções do projeto quanto a restrições de horas trabalhadas, por exemplo, projetar passarelas pré-fabricadas sobre estradas movimentadas em vez de fabricá-las in loco 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Resoluções do projeto quanto a restrições da sequência de construção, por exemplo, lajes que permitam (grandes) aberturas em obras de subsolo com sequência de construção de cima para baixo 	()
<ul style="list-style-type: none"> • Resoluções do projeto quanto à disponibilidade de serviços de utilidade temporários, por exemplo, projetar pontos de poço para fornecer água em obras de áreas remotas 	()

Fonte: Adaptado pela autora (WONG, 2007).

APÊNDICE B – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 1

EDIFÍCIO 1							
PAREDES INTERNAS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
			Altura útil (m)	Perímetro total (m)	Esquadrias (m²)	Reboco e tinta (m²)	Porcelanato / azulejo (m²)
Subsolo	Área comum	Área de manobra	3,22	202,57	8,87	643,41	
		Motoventiladores	3,22	13,82	1,44	43,06	
		Escada de serviço	3,22	16,13	1,47	50,47	
		Bombas	3,22	6,23	1,47	18,59	
		Lavabo	2,72	5,90	1,26		14,79
		Hall / Circulação	3,22	12,71	7,29	33,64	
		Antecâmara	3,22	9,44	3,78	26,62	
		Sala do gerador	3,22	12,30	2,98	36,63	
		Depósito	3,22	24,64	1,44		77,90
		TOTAL SUBSOLO (m²):				852,41	14,79
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	3,79	51,60	72,50	123,07	
		Lavabos	3,79	11,83	4,50		40,34
		Sala comercial 02	3,79	58,90	12,31	210,92	
		Lavabos	3,79	5,80	1,47		20,51
		Sala comercial 03	3,79	42,97	31,45	131,40	
		Lavabos	3,79	11,60	2,94		41,02
		Área de manobra	3,24	113,77	11,13	357,49	
		Lixeira	3,44	9,75	2,16		31,38
		Central de gás	3,44	9,96	1,44	32,82	
		Lava-pés	3,44	4,62	1,89		14,00
		Hall	3,44	16,52	1,89	54,94	
		Circulação - Rampa	3,54	16,80	1,89	57,58	
		Sala de praia	3,14	19,56	4,53	56,89	
		Sala nobre /Hall elevadores	3,14	33,30	17,94	86,62	
		BWC Condomínio	3,14	8,00	1,47		23,65
		Guarita	3,14	13,40	10,61	31,47	
		Circulação	3,14	14,53	5,46	40,16	
		Escada de serviço	3,14	21,54	3,36	64,28	
		Antecâmara	3,14	6,95	3,57	18,25	
		Lavabos	3,79	13,44	2,94		48,00
		TOTAL TÉRREO (m²):				1265,89	218,90
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	2,70	195,87	120,83	408,02	
		Escada de serviço	2,70	19,34	1,68	50,54	
		Antecâmara	2,70	7,71	3,57	17,25	

Garagem 02	Área comum	Área de manobra	2,70	195,87	120,83	408,02	
		Escada de serviço	2,70	19,34	1,68	50,54	
		Antecâmara	2,70	7,71	3,57	17,25	
Garagem 03	Área comum	Área de manobra	2,70	195,87	120,83	408,02	
		Escada de serviço	2,70	19,34	1,68	50,54	
		Antecâmara	2,70	7,71	3,57	17,25	
Garagem 04	Área comum	Área de manobra	3,14	199,20	140,21	485,28	
		Escada de serviço	3,14	19,34	1,68	59,05	
		Antecâmara	3,14	7,70	3,57	20,61	
		TOTAL GARAGENS (m²):				1992,36	0,00
Conviv.	Área comum	Espaço kids	3,14	12,56	3,15	36,29	
		Lavabos	3,14	17,16	3,36		50,52
		Salão de festas	3,14	43,24	18,50	105,15	12,13
		Sala de jogos	3,14	16,86		52,94	
		Circulação	3,14	68,84	21,00	195,16	
		Cinema	3,14	19,36	1,68	59,11	
		Academia	3,14	31,91	8,27	91,92	
		Lavabo PNE	3,14	7,36	1,68		21,43
		BWCs	3,14	15,89	3,36		46,53
		SPA	3,14	21,84	15,58		53,00
		Espaço gourmet	3,14	24,70	16,87	48,48	12,21
		Lavabos	3,14	9,32	2,52		26,74
		Lavabos	3,14	11,90	2,52		34,85
		Escada de serviço	3,14	19,15	1,68	58,45	
		Antecâmara	3,14	7,61	3,57	20,33	
		Sauna	3,14	9,80	1,47		29,30
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):				667,82	286,72
Diferenc.	Apto 01	Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	2,96	35,49	16,00	81,84	7,21
		Área de serviço	2,96	9,56	4,78		23,52
		BWC Suíte master	2,96	9,56	1,89		26,41
		Suíte master	2,96	20,87	7,74	54,04	
		Suíte 02	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 03	2,96	13,28	6,54	32,77	
		BWC Suíte 03	2,96	7,79	1,89		21,17
		Suíte 04	2,96	18,05	6,54	46,89	
		BWC Suíte 04	2,96	7,68	1,89		20,84
		Circulação íntima	2,96	12,92	9,45	28,79	
		Lavabo	2,96	6,08	1,26		16,74
	Área comum	Hall social	2,96	10,04	3,78	25,94	
		Hall de serviço	2,96	7,28	5,67	15,88	
		Escada de serviço	2,96	19,15	1,68	55,00	

	Apto 02	Antecâmara	2,96	7,61	3,57	18,96	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	2,96	35,23	16,00	81,07	7,21
		Área de serviço	2,96	9,55	4,78		23,49
		BWC Suíte master	2,96	9,56	1,89		26,41
		Suíte master	2,96	20,84	7,74	53,95	
		Suíte 02	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 03	2,96	13,28	6,54	32,77	
		BWC Suíte 03	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 04	2,96	18,10	6,54	47,04	
		BWC Suíte 04	2,96	7,73	1,89		20,99
		Circulação íntima	2,96	12,92	9,45	28,79	
		Lavabo	2,96	6,08	1,26		16,74
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):				669,37	274,31
Tipo	Apto 01	Suíte master	2,96	20,87	7,74	54,04	
		BWC Suíte master	2,96	9,56	1,89		26,41
		Suíte 02	2,96	13,30	6,54	722,22	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 03	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 03	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 04	2,96	18,10	6,54	47,04	
		BWC Suíte 04	2,96	7,68	1,89		20,84
		Circulação íntima	2,96	12,92	9,45	28,79	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	2,96	35,45	16,02	80,36	8,56
		Área de serviço	2,96	9,56	4,78		23,52
		Lavabo	2,96	6,07	1,26		16,71
	Área comum	Hall social	2,96	10,04	3,78	25,94	
		Hall de serviço	2,96	7,28	5,67	15,88	
		Antecâmara	2,96	7,61	0,21	22,32	
		Escada de serviço	2,96	19,08	1,68	54,80	
	Apto 02	Suíte master	2,96	20,87	7,74	54,04	
		BWC Suíte master	2,96	9,56	1,89		26,41
		Suíte 02	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 03	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 03	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 04	2,96	18,10	6,54	47,04	
		BWC Suíte 04	2,96	7,73	1,89		20,99
		Circulação íntima	2,96	12,92	9,45	28,79	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	2,96	35,28	16,02	79,85	8,56

		Área de serviço	2,96	9,56	4,78		23,52
		Lavabo	2,96	6,07	1,26		16,71
		TOTAL TIPO x22 (m²):				29910,48	6094,23
Cob.	Apto	Área de lazer	2,96	27,58	20,76	60,87	
		Circulação	2,96	9,43		27,91	
		Hall social	2,96	10,04	8,17	21,55	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	2,96	32,06	12,66	71,55	10,69
		Despensa	2,96	11,82	4,83	30,16	
		Área de serviço	2,96	9,24	3,48		23,87
		Lavabo	2,96	5,72	1,68		15,25
		Suíte master	2,96	20,88	7,74	54,06	
		BWC Suíte master	2,96	9,56	1,89		26,41
		Suíte 02	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 03	2,96	13,30	6,54	32,83	
		BWC Suíte 03	2,96	7,80	1,89		21,20
		Suíte 04	2,96	18,10	6,54	47,04	
		BWC Suíte 04	2,96	7,74	1,89		21,02
		Circulação íntima	2,96	12,91	9,45	28,76	
	Área comum	Escada de serviço	2,96	19,13	1,68	54,94	
		Hall de serviço	2,96	4,98	3,78	10,96	
		Antecâmara	2,96	7,46	3,57	18,51	
		TOTAL COBERTURA (m²):				491,98	139,64
Casa de máquinas / reserv.	Área comum	Casa de máquinas	4,10	21,52	2,23	86,00	
		Circulação	4,10	33,39	8,68	128,22	
		Escada de serviço	4,10	18,84	3,64	76,25	
		Barrilete	1,10	50,11	0,00	55,12	
		Reservatório	1,70	50,11	0,00	87,83	
		TOTAL CASA DE MÁQUINAS/RESERVATÓRIO (m²):				433,42	0,00
		ÁREA TOTAL (m²):				43312,33	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):				36283,74	7028,59
		PERCENTUAL DE APLICABILIDADE:				83,77%	16,23%

PISOS INTERNOS					
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS	
				Porcelanato / cerâmica (m²)	Granito / cantaria (m²)
Subsolo	Área comum	Motoventiladores	6,07	6,07	
		Escada de serviço	13,14	13,14	
		Bombas	2,30	2,30	
		Lavabo	2,03	2,03	
		Hall / Circulação	11,21	11,21	
		Antecâmara	5,64	5,64	
		Sala do gerador	8,51	8,51	
		Depósito	23,89	23,89	
		TOTAL SUBSOLO (m²):		72,79	0,00
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	148,74	148,74	
		Lavabos	4,15	4,15	
		Sala comercial 02	148,35	148,35	
		Lavabos	2,04	2,04	
		Sala comercial 03	94,76	94,76	
		Lavabos	4,08	4,08	
		Lixeira	5,47	5,47	
		Central de gás	5,30	5,30	
		Lava-pés	1,38	1,38	
		Hall	2,90		2,90
		Sala de praia	27,15	27,15	
		Sala nobre /Hall elevadores	38,72		38,72
		BWC Condomínio	3,86	3,86	
		Guarita	6,71		6,71
		Circulação	8,43	8,43	
		Escada de serviço	19,47	19,47	
		Antecâmara	3,91	3,91	
		Lavabos	5,12	5,12	
		TOTAL TÉRREO (m²):		482,21	48,33
Garagem 01	Área comum	Escada de serviço	15,16	15,16	
		Antecâmara	3,58	3,58	
Garagem 02	Área comum	Escada de serviço	15,16	15,16	
		Antecâmara	3,58	3,58	
Garagem 03	Área comum	Escada de serviço	15,16	15,16	
		Antecâmara	3,58	3,58	
Garagem 04	Área comum	Escada de serviço	15,69	15,69	
		Antecâmara	3,58	3,58	
		TOTAL GARAGENS (m²):		75,49	0,00
Conviv.	Área comum	Espaço kids	9,12	9,12	
		Lavabos	5,02	5,02	

		Salão de festas	83,73	83,73	
		Sala de jogos	34,93	34,93	
		Circulação	49,28	49,28	
		Cinema	20,46	20,46	
		Academia	51,59	51,59	
		Lavabo PNE	3,37	3,37	
		BWCs	7,04	7,04	
		SPA	23,19	23,19	
		Espaço gourmet	31,66	31,66	
		Lavabos	2,66	2,66	
		Lavabos	4,20	4,20	
		Escada de serviço	15,69	15,69	
		Antecâmara	3,53	3,53	
		Sauna	5,75	5,75	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):	351,22	0,00	
Diferenc.	Apto 01	Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,43	48,43	
		Área de serviço	4,83	4,83	
		BWC Suíte master	4,75	4,75	
		Suíte master	19,58	19,58	
		Suíte 02	11,10	11,10	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	11,10	11,10	
		BWC Suíte 03	3,38	3,38	
		Suíte 04	14,95	14,95	
		BWC Suíte 04	3,30	3,30	
		Circulação íntima	7,77	7,77	
		Lavabo	2,10	2,10	
	Área comum	Hall social	5,05	5,05	
		Hall de serviço	3,11	3,11	
		Escada de serviço	15,47	15,47	
		Antecâmara	3,58	3,58	
	Apto 02	Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,91	48,91	
		Área de serviço	4,83	4,83	
		BWC Suíte master	4,75	4,75	
		Suíte master	19,58	19,58	
		Suíte 02	11,10	11,10	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	11,10	11,10	
		BWC Suíte 03	3,38	3,38	
		Suíte 04	14,95	14,95	
		BWC Suíte 04	3,23	3,23	

		Circulação íntima	7,77	7,77	
		Lavabo	2,10	2,10	
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):	296,96	0,00	
Tipo	Apto 01	Suíte master	19,58	19,58	
		BWC Suíte master	4,75	4,75	
		Suíte 02	11,10	11,10	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	11,10	11,10	
		BWC Suíte 03	3,38	3,38	
		Suíte 04	14,95	14,95	
		BWC Suíte 04	3,30	3,30	
		Circulação íntima	7,77	7,77	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,44	48,44	
		Área de serviço	4,83	4,83	
		Lavabo	2,10	2,10	
	Área comum	Hall social	5,05	5,05	
		Hall de serviço	3,43	3,43	
		Antecâmara	3,58	3,58	
		Escada de serviço	15,47	15,47	
	Apto 02	Suíte master	19,58	19,58	
		BWC Suíte master	4,75	4,75	
		Suíte 02	11,10	11,10	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	11,10	11,10	
		BWC Suíte 03	3,38	3,38	
		Suíte 04	14,95	14,95	
		BWC Suíte 04	3,23	3,23	
		Circulação íntima	7,77	7,77	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,92	48,92	
		Área de serviço	4,83	4,83	
		Lavabo	2,10	2,10	
		TOTAL TIPO x22 (m²):	6540,64	0,00	
Cob.	Apto	Área de lazer	37,76	37,76	
		Circulação	5,70	5,70	
		Hall social	4,94	4,94	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,69	48,69	
		Despensa	7,21	7,21	
		Área de serviço	4,68	4,68	
		Lavabo	2,00	2,00	
		Suíte master	19,42	19,42	

		BWC Suíte master	4,74	4,74	
		Suíte 02	11,10	11,10	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	11,10	11,10	
		BWC Suíte 03	3,38	3,38	
		Suíte 04	15,02	15,02	
		BWC Suíte 04	3,34	3,34	
		Circulação íntima	7,79	7,79	
	Área comum	Escada de serviço	15,47	15,47	
		Hall de serviço	2,27	2,27	
		Antecâmara	3,58	3,58	
		TOTAL COBERTURA (m²):		211,57	0,00
Casa de máquinas	Área comum	Circulação	19,56	19,56	
		Escada de serviço	11,89	11,89	
	TOTAL CASA DE MÁQUINAS (m²):			31,45	0,00
	ÁREA TOTAL (m²):			8110,66	
	ÁREA POR ACABAMENTO (m²):			8062,33	48,33
	PERCENTUAL DE APLICABILIDADE:			99,40%	0,60%

TETOS INTERNOS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS			
				Sem acabamento (m²)	Rebaixo de forro com gesso (m²)	Reboco e tinta (m²)	Placa de gesso, massa corrida e tinta (m²)
Subsolo	Área comum	Área de manobra	767,21	767,21			
		Motoventiladores	6,07			6,07	
		Escada de serviço	8,86			8,86	
		Bombas	2,30			2,3	
		Lavabo	2,03				2,03
		Hall / Circulação	10,89			10,89	
		Antecâmara	5,56			5,56	
		Sala do gerador	8,43			8,43	
		Depósito	23,89			23,89	
		TOTAL SUBSOLO (m²):		767,21	0	66	2,03
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	148,60		148,6		
		Lavabos	4,15				4,15
		Sala comercial 02	148,23		148,23		
		Lavabos	2,04				2,04
		Sala comercial 03	94,62		94,62		
		Lavabos	4,08				4,08
		Área de manobra	22,50	22,5			
		Lixeira	5,14			5,14	
		Central de gás	5,19			5,19	
		Lava-pés	1,33				1,33
		Hall	2,90		2,9		
		Circulação - Rampa	9,38	9,38			
		Sala de praia	27,09			27,09	
		Sala nobre /Hall elevadores	38,29		38,29		
		BWC Condomínio	3,86				3,86
		Guarita	6,71		6,71		
		Circulação	8,43			8,43	
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Antecâmara	3,81			3,81	
		Lavabos	5,12				5,12
		TOTAL TÉRREO (m²):		31,88	439,35	61,46	20,58
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	854,83	854,83			
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Antecâmara	3,49			3,49	
Garagem 02	Área comum	Área de manobra	854,83	854,83			
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Antecâmara	3,49			3,49	

Garagem 03	Área comum	Área de manobra	854,83	854,83			
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Antecâmara	3,49			3,49	
Garagem 04	Área comum	Área de manobra	867,23	867,23			
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Antecâmara	3,49			3,49	
		TOTAL GARAGENS (m²):		3431,72	0	61,16	0
Conviv.	Área comum	Espaço kids	9,12			9,12	
		Lavabos	5,02				5,02
		Salão de festas	83,73			83,73	
		Sala de jogos	34,93			34,93	
		Circulação	48,61			48,61	
		Cinema	20,46			20,46	
		Academia	51,53			51,53	
		Lavabo PNE	3,27				3,27
		BWCs	7,04				7,04
		SPA	23,13				23,13
		Espaço gourmet	31,66			31,66	
		Lavabos	2,66				2,66
		Lavabos	4,20				4,2
		Escada de serviço	15,69			15,69	
		Antecâmara	3,44			3,44	
		Sauna	5,75				5,75
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):		0	0	299,17	51,07
Diferenc.	Apto 01	Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,28			48,28	
		Área de serviço	4,72				4,72
		BWC Suíte master	4,75				4,75
		Suíte master	19,52			19,52	
		Suíte 02	11,04			11,04	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	11,04			11,04	
		BWC Suíte 03	3,38				3,38
		Suíte 04	14,89			14,89	
		BWC Suíte 04	3,30				3,3
		Circulação íntima	7,41			7,41	
		Lavabo	2,10				2,1
	Área comum	Hall social	4,83		4,83		
		Hall de serviço	3,11			3,11	
		Escada de serviço	15,47			15,47	
		Antecâmara	3,49			3,49	

	Apto 02	Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,76			48,76	
		Área de serviço	4,72				4,72
		BWC Suíte master	4,75				4,75
		Suíte master	19,52			19,52	
		Suíte 02	11,04			11,04	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	11,04			11,04	
		BWC Suíte 03	3,38				3,38
		Suíte 04	14,89			14,89	
		BWC Suíte 04	3,23				3,23
		Circulação íntima	7,41			7,41	
		Lavabo	2,10				
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):		0	4,83	246,91	41,09
Tipo	Apto 01	Suíte master	19,52			19,52	
		BWC Suíte master	4,75				4,75
		Suíte 02	11,04			11,04	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	11,04			11,04	
		BWC Suíte 03	3,38				3,38
		Suíte 04	14,89			14,89	
		BWC Suíte 04	3,30				3,3
		Circulação íntima	7,41			7,41	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,28			48,28	
		Área de serviço	4,72				4,72
		Lavabo	2,10				2,1
	Área comum	Hall social	4,83		4,83		
		Hall de serviço	3,11			3,11	
		Antecâmara	3,49			3,49	
		Escada de serviço	15,47			15,47	
	Apto 02	Suíte master	19,52			19,52	
		BWC Suíte master	4,75				4,75
		Suíte 02	11,04			11,04	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	11,04			11,04	
		BWC Suíte 03	3,38				3,38
		Suíte 04	14,89			14,89	
		BWC Suíte 04	3,23				3,23
		Circulação íntima	7,41			7,41	
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,76			48,76	

		Área de serviço	4,72				4,72
		Lavabo	2,10				2,1
		TOTAL TIPO x22 (m²):		0	106,26	5432,06	950,18
Cob.	Apto	Área de lazer	37,76			37,76	
		Circulação	5,70			5,7	
		Hall social	4,83		4,83		
		Área social (Cozinha / Sala de jantar / Estar)	48,60			48,6	
		Despensa	7,06			7,06	
		Área de serviço	4,68				4,68
		Lavabo	2,00				2
		Suíte master	19,36			19,36	
		BWC Suíte master	4,74				4,74
		Suíte 02	11,04			11,04	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	11,04			11,04	
		BWC Suíte 03	3,38				3,38
		Suíte 04	14,96			14,96	
		BWC Suíte 04	3,34				3,34
		Circulação íntima	7,43			7,43	
	Área comum	Escada de serviço	15,47			15,47	
		Hall de serviço	2,06			2,06	
		Antecâmara	3,49			3,49	
		TOTAL COBERTURA (m²):		0	4,83	183,97	21,52
Casa de máquinas / reserv.	Área comum	Casa de máquinas	11,39			11,39	
		Circulação	19,38			19,38	
		Escada de serviço	11,80			11,8	
		Barrilete	56,14			56,14	
		Reservatório	56,14			56,14	
		TOTAL CASA DE MÁQUINAS / RESERVATÓRIO (m²):		0	0	154,85	0
		ÁREA TOTAL (m²):		12378,14			
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):		4230,81	555,27	6505,59	1086,47
		PERCENTUAL DE APLICABILIDADE:		34,18%	4,49%	52,56%	8,78%

PAREDES EXTERNAS						
PAVIMENTO	FACHADA	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
		Altura útil (m)	Perímetro em planta (m)	Esquadrias (m²)	Vidro fixado in loco (m²)	Porcelanato / cerâmica (m²)
Térreo	Frontal	4,13	29,9	5,67	108,98	14,51
	Posterior		27,56	0	0	113,82
	Lateral esquerda		62,73	34,71	61,6	162,76
	Lateral direita		28,34	0	0	117,04
		TOTAL TÉRREO (m²):			170,58	408,14
Garagem 1	Frontal	3,35	24,69	0	17,08	113,93
	Posterior		30,62	0	0	102,58
	Lateral esquerda		38,62	0	37,57	163,15
	Lateral direita		29,22	0	0	97,89
		TOTAL GARAGEM 1 (m²):			54,66	477,54
Garagem 2	Frontal	2,8	24,69	0	31,35	77,78
	Posterior		30,62	0	0	85,74
	Lateral esquerda		38,62	0	43,02	122,51
	Lateral direita		29,22	0	0	81,82
		TOTAL GARAGEM 2 (m²):			74,37	367,83
Garagem 3	Frontal	2,8	24,69	0	31,35	77,78
	Posterior		30,62	0	0	85,74
	Lateral esquerda		38,62	0	43,02	122,51
	Lateral direita		29,22	0	0	81,82
		TOTAL GARAGEM 3 (m²):			74,37	367,83
Garagem 4	Frontal	4,75	24,69	0	24,97	156,16
	Posterior		30,62	0	0	145,45
	Lateral esquerda		38,62	0	36,41	213,42
	Lateral direita		29,22	0	0	138,80
		TOTAL GARAGEM 4 (m²):			61,38	653,81
Convivência	Frontal	3,34	26,14	30,07	0	102,15
	Posterior		30,08	0	0	100,47
	Lateral esquerda		18,31	13,32	0	95,80
	Lateral direita		20,38	13,05	0	99,08
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):			0,00	397,50
Diferenciado	Frontal	3,07	24,8	29,26	0	78,41
	Posterior		34,81	17,69	0	167,31
	Lateral esquerda		17,46	7,62	0	48,24
	Lateral direita		17,74	7,62	0	46,84
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):			0,00	340,80

Tipo	Frontal	3,06	24,79	23,69	6,24	58,18
	Posterior		34,06	14,99	0	89,23
	Lateral esquerda		17,46	7,62	0	54,33
	Lateral direita		17,74	7,62	0	46,66
		TOTAL TIPO x22 (m²):			137,28	5464,82
Cobertura	Frontal	3,06	19,88	19,88	6,24	11,14
	Posterior		16,02	11,31	0	54,58
	Lateral esquerda		17,46	7,62	0	45,81
	Lateral direita		18,43	11,11	0	39,46
		TOTAL COBERTURA (m²):			6,24	150,99
Barrilete/caixa d'água	Frontal	7,1	6,12	0	0	75,23
	Posterior		7,57	4,51	0	74,26
	Lateral esquerda		9,89	1,44	0	93,64
	Lateral direita		9,32	6,77	0	82,23
		TOTAL BARRILETE / CAIXA D'ÁGUA (m²):			0,00	325,36
		ÁREA TOTAL (m²):			9055,95	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):			578,88	8477,08
		PERCENTUAL DE APLICABILIDADE:			6,39%	93,61%

APÊNDICE C – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 2

EDIFÍCIO 2							
PAREDES INTERNAS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
			Altura útil (m)	Perímetro total (m)	Esquadrias (m²)	Reboco e tinta (m²)	Porcelanato / azulejo (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	2,56	37,34	15,14	80,46	
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 02	2,56	33,48	4,74	80,97	
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 03	2,56	34,41	5,20	82,89	
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 04	2,56	37,51	6,08	89,95	
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 05	2,56	34,21	5,68	81,90	
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 06	2,56	35,16	6,66	79,61	3,74
		Lavabo	2,56	5,60	1,47		12,87
		Sala comercial 07	2,56	34,79	5,86	83,20	
		Lavabo	2,56	5,61	1,47		12,89
		Sala comercial 08	2,56	35,14	5,36	84,60	
		Lavabo	2,56	5,67	1,47		13,05
		Central de gás	2,56	6,00	1,44	13,92	
		Lixeira	2,56	7,44	2,70		16,35
		Sala do gerador	3,26	6,81	4,32	17,88	
		Hall / Circulação	3,26	31,00	10,50	90,56	
		Sala de praia / bicicletário	3,26	51,78	2,43	166,37	
		BWC	3,26	8,22	1,47		25,33
		Bombas	3,26	13,56	1,68	42,53	
		Casa de baterias	3,26	13,64	1,68	42,79	
		Guarita	2,96	3,96	7,58	4,14	
		Sala nobre	2,96	20,96	13,32	48,72	
		Antecâmara	3,06	7,16	3,36	18,55	
		Escada	3,06	17,83	1,68	52,88	
		Casa de pressurização	1,98	10,41	1,68	18,93	
		Rampa	2,37	23,72	7,50	48,72	
		TOTAL TÉRREO (m²):				1229,56	148,54
Mezanino	Área comum	Mezanino Sala 01	3,41	37,34	5,42	121,91	
		Mezanino Sala 02	3,41	33,47	11,87	102,27	
		Mezanino Sala 03	3,41	34,41	13,44	103,90	
		Mezanino Sala 04	3,41	37,48	16,71	111,10	

		Mezanino Sala 05	3,41	34,24	15,69	101,07	
		Mezanino Sala 06	3,41	32,26	20,53	89,48	
		Mezanino Sala 07	3,41	34,81	14,46	104,24	
		Mezanino Sala 08	3,41	35,12	13,98	105,78	
		Hall / Circulação	2,96	30,84	14,11	77,17	
		Lounge	3,66	20,96	16,47	60,24	
		Estar	2,96	15,26	2,52	39,04	3,61
		Lavabos	2,96	11,08	2,52		30,28
		Rampa	4,00	37,26	0,00	149,04	
		Escada	2,96	17,83	1,68	51,10	
		Antecâmara	2,96	7,16	3,36	17,83	
		TOTAL MEZANINO (m²):				1234,18	33,89
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	2,96	168,56	150,57	348,37	
		Escada de serviço	2,96	17,83	1,68	51,10	
		Antecâmara	2,96	7,13	3,36	17,74	
Garagem 02	Área comum	Área de manobra	2,96	168,56	150,57	348,37	
		Escada de serviço	2,96	17,83	1,68	51,10	
		Antecâmara	2,96	7,13	3,36	17,74	
Garagem 03	Área comum	Área de manobra	3,32	173,21	168,68	406,38	
		Escada de serviço	3,32	17,83	1,68	57,52	
		Antecâmara	3,32	7,13	3,36	20,31	
		TOTAL GARAGENS (m²):				1318,63	0,00
Conviv.	Área comum	Fitness	2,96	17,44	9,99	41,63	
		BWC	2,96	7,44	1,89		20,13
		Sauna	2,96	9,96	1,47		28,01
		Ducha	2,96	6,36	3,15		15,68
		Circulação	2,96	6,16	4,83	13,40	
		Cinema	2,96	16,84	3,48	46,37	
		Gourmet	2,96	17,77	9,99	29,53	13,08
		Circulação	2,96	9,52	7,14	21,04	
		Jogos	2,96	22,05	14,57	50,69	
		Lavabos	2,96	10,96	2,94		29,50
		Hall social	2,96	16,68	8,15	41,22	
		Copa	2,96	11,49	2,88		31,13
		Lavabos	2,96	20,36	6,72		53,55
		Brinquedoteca	2,96	12,92	13,77	24,47	
		Salão de festas	2,96	40,09	48,74	69,93	
		Escada	2,96	17,83	2,16	50,62	
		Antecâmara	2,96	7,13	3,36	17,74	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):				406,65	191,08
Tipo	Apto 01	Suíte master	2,96	17,84	6,15	46,66	
		Sala de banho	2,96	11,20	2,31		30,84
		Suíte 01	2,96	15,64	4,95	41,34	
		BWC Suíte 01	2,96	8,00	1,89		21,79

		Suíte 02	2,96	13,40	4,95	34,71	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Circulação íntima	2,96	13,04	6,72	31,88	
		Sala de jantar / Estar	2,96	29,14	20,23	66,03	
		Cozinha gourmet	2,96	10,86	2,88		29,27
		Área de serviço	2,96	8,01	2,68		21,03
		Lavabo	2,96	5,90	1,89		15,57
	Área comum	Hall social	2,96	13,26	5,04	34,21	
		Escada	2,96	17,83	2,16	50,62	
		Antecâmara	2,96	7,13	3,36	17,74	
	Apto 02	Suíte master	2,96	17,84	6,15	46,66	
		Sala de banho	2,96	11,20	2,31		30,84
		Suíte 01	2,96	15,64	4,95	41,34	
		BWC Suíte 01	2,96	8,00	1,89		21,79
		Suíte 02	2,96	13,40	4,95	34,71	
		BWC Suíte 02	2,96	7,80	1,89		21,20
		Circulação íntima	2,96	13,04	6,72	31,88	
		Sala de jantar / Estar	2,96	29,44	21,79	65,36	
		Cozinha gourmet	2,96	10,80	2,88		29,09
		Área de serviço	2,96	8,01	2,68		21,03
		Lavabo	2,96	5,90	1,89		15,57
		TOTAL TIPO x17 (m²):				9233,42	4746,75
Cob.	Apto	Cozinha gourmet	2,96	10,15	5,25		24,79
		Área de serviço	2,96	9,72	1,20		27,57
		Área social (Estar / Jantar / Sala de tv)	2,96	37,65	39,83	71,62	
		Home office	2,96	16,06	12,16	35,38	
		Lavabo	2,96	6,30	1,47		17,18
		Suíte master	2,96	17,84	6,15	46,66	
		Sala de banho	2,96	11,20	2,31		30,84
		Suíte 01	2,96	13,30	4,95	34,42	
		BWC Suíte 01	2,96	7,86	1,89		21,38
		Suíte 02	2,96	13,39	4,95	34,68	
		BWC Suíte 02	2,96	7,79	1,89		21,17
		Suíte 03	2,96	15,64	4,95	41,34	
		BWC Suíte 03	2,96	8,00	1,89		21,79
		Circulação íntima	2,96	20,21	8,40	51,42	
	Área comum	Escada	2,96	17,83	2,16	50,62	
		Hall social	2,96	6,16	3,36	14,87	
		Antecâmara	2,96	7,16	3,36	17,83	
		TOTAL COBERTURA (m²):				398,85	164,72

Casa de máquinas / reserv.	Área comum	Casa de máquinas	2,10	9,44	2,00	17,82	
		Circulação	4,10	9,19	3,12	34,56	
		Escada	4,10	20,39	2,16	81,44	
		Barrilete	1,10	21,14	0,00	23,25	
		Reservatório	1,60	21,14	0,00	33,82	
		TOTAL CASA DE MÁQUINAS/RESERVATÓRIO (m²):				190,90	0,00
				ÁREA TOTAL (m²):	19297,17		
				ÁREA POR ACABAMENTO (m²):	14012,18	5284,99	
				COBRIMENTO:	72,61%	27,39%	
				SUBPONTUAÇÃO:	11,75		

PISO INTERNO					
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS	
				Porcelanato / cerâmica (m²)	Granito / cantaria (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	72,37	72,37	
		Escadas	9,42	9,42	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 02	47,98	47,98	
		Escadas	9,04	9,04	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 03	54,23	54,23	
		Escadas	9,04	9,04	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 04	76,07	76,07	
		Escadas	9,42	9,42	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 05	58,72	58,72	
		Escadas	9,19	9,19	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 06	46,67	46,67	
		Escadas	9,16	9,16	
		Lavabo	1,92	1,92	
		Sala comercial 07	60,14	60,14	
		Escadas	9,16	9,16	
		Lavabo	1,94	1,94	
		Sala comercial 08	62,24	62,24	
		Escadas	9,16	9,16	
		Lavabo	1,95	1,95	
		Lixeira	3,30	3,30	
		Sala do gerador	7,04	7,04	
		Hall / Circulação	23,51		23,51
		Sala de praia / bicicletário	55,75	55,75	
		BWC	3,90	3,90	
		Bombas	10,31	10,31	
		Casa de baterias	10,45	10,45	
		Guarita	1,79		1,79
		Sala nobre	35,11		35,11
		Antecâmara	3,09	3,09	
		Escada	16,62	16,62	
		Casa de pressurização	6,82	6,82	
		TOTAL TÉRREO (m²):		684,67	60,41
Mezanino	Área comum	Mezanino Sala 01	31,15	31,15	
		Mezanino Sala 02	19,93	19,93	
		Mezanino Sala 03	22,81	22,81	

		Mezanino Sala 04	36,46	36,46	
		Mezanino Sala 05	26,98	26,98	
		Mezanino Sala 06	21,16	21,16	
		Mezanino Sala 07	28,66	28,66	
		Mezanino Sala 08	29,72	29,72	
		Hall / Circulação	29,34	29,34	
		Lounge	20,95	20,95	
		Estar	17,09	17,09	
		Lavabos	3,80	3,80	
		Escada	16,53	16,53	
		Antecâmara	3,09	3,09	
		TOTAL MEZANINO (m²):		307,67	0,00
Garagem 01	Área comum	Escada de serviço	16,53	16,53	
		Antecâmara	3,09	3,09	
Garagem 02	Área comum	Escada de serviço	16,53	16,53	
		Antecâmara	3,09	3,09	
Garagem 03	Área comum	Escada de serviço	16,53	16,53	
		Antecâmara	3,09	3,09	
		TOTAL GARAGENS (m²):		58,87	0,00
Conviv.	Área comum	Fitness	17,60	17,60	
		BWC	3,12	3,12	
		Sauna	6,90	6,90	
		Ducha	2,24	2,24	
		Circulação	2,32	2,32	
		Cinema	16,70	16,70	
		Gourmet	18,19	18,19	
		Circulação	4,46	4,46	
		Jogos	34,58	34,58	
		Lavabos	3,68	3,68	
		Hall social	12,80	12,80	
		Copa	7,73	7,73	
		Lavabos	7,82	7,82	
		Brinquedoteca	10,38	10,38	
		Salão de festas	94,00	94,00	
		Escada	17,04	17,04	
		Antecâmara	3,09	3,09	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):		262,65	0,00
Tipo	Apto 01	Suíte master	18,36	18,36	
		Sala de banho	7,83	7,83	
		Suíte 01	12,38	12,38	
		BWC Suíte 01	3,51	3,51	
		Suíte 02	11,26	11,26	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Circulação íntima	5,97	5,97	

		Sala de jantar / Estar	38,91	38,91	
		Cozinha gourmet	9,40	9,40	
		Área de serviço	3,85	3,85	
		Lavabo	2,07	2,07	
	Área comum	Hall social	7,78	7,78	
		Antecâmara	3,09	3,09	
		Escada	16,53	16,53	
	Apto 02	Suíte master	18,36	18,36	
		Sala de banho	7,83	7,83	
		Suíte 01	12,38	12,38	
		BWC Suíte 01	3,51	3,51	
		Suíte 02	11,26	11,26	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Circulação íntima	5,97	5,97	
		Sala de jantar / Estar	38,68	38,68	
		Cozinha gourmet	9,40	9,40	
		Área de serviço	3,85	3,85	
		Lavabo	2,07	2,07	
		TOTAL TIPO x17 (m²):		4437,24	0,00
Cob.	Apto	Cozinha gourmet	12,68	12,68	
		Área de serviço	6,22	6,22	
		Área social (Estar / Jantar / Sala de tv)	61,05	61,05	
		Home office	15,36	15,36	
		Lavabo	2,30	2,30	
		Suíte master	18,36	18,36	
		Sala de banho	7,83	7,83	
		Suíte 01	11,26	11,26	
		BWC Suíte 01	3,86	3,86	
		Suíte 02	11,26	11,26	
		BWC Suíte 02	3,38	3,38	
		Suíte 03	12,41	12,41	
		BWC Suíte 03	3,51	3,51	
		Circulação íntima	9,64	9,64	
	Área comum	Escada	16,53	16,53	
		Hall social	2,53	2,53	
		Antecâmara	3,09	3,09	
		TOTAL COBERTURA (m²):		201,27	0,00
Casa de máquinas / reserv.	Área comum	Circulação	5,58	5,58	
		Escada	12,25	12,25	
		TOTAL CASA DE MÁQUINAS / RESERVATÓRIO (m²):		17,83	0,00
		ÁREA TOTAL (m²):		6030,62	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):		5970,21	60,41
		COBRIMENTO:		99,00%	1,00%
		SUBPONTUAÇÃO:		12,59	

TETOS INTERNOS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS			
				Sem acabamento (m²)	Rebaixo de forro com gesso (m²)	Reboco e tinta (m²)	Placa de gesso, massa corrida e tinta (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	26,26		26,26		
		Escadas	5,96		5,96		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 02	15,10		15,10		
		Escadas	5,58		5,58		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 03	18,16		18,16		
		Escadas	5,58		5,58		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 04	31,74		31,74		
		Escadas	5,96		5,96		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 05	22,35		22,35		
		Escadas	5,73		5,73		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 06	18,60		18,6		
		Escadas	5,70		5,70		
		Lavabo	1,92				1,92
		Sala comercial 07	26,55		26,55		
		Escadas	5,70		5,70		
		Lavabo	1,94				1,94
		Sala comercial 08	27,65		27,65		
		Escadas	5,70		5,70		
		Lavabo	1,95				1,95
		Central de gás	2,23			2,23	
		Lixeira	3,30			3,30	
		Sala do gerador	6,82			6,82	
		Hall / Circulação	23,33		23,33		
		Sala de praia / bicicletário	55,51			55,51	
		BWC	3,90				3,90
		Bombas	10,31			10,31	
		Casa de baterias	10,45			10,45	
		Guarita	1,79		1,79		
		Sala nobre	19,26		19,26		
		Antecâmara	3,00			3,00	
		Escada	12,25			12,25	
		Casa de pressurização	6,82			6,82	

		Rampa	33,12	33,12			
		TOTAL TÉRREO (m²):	33,12	276,7	110,69	19,31	
Mezanino	Área comum	Mezanino Sala 01	71,56		71,56		
		Mezanino Sala 02	46,87		46,87		
		Mezanino Sala 03	53,06		53,06		
		Mezanino Sala 04	77,92		77,92		
		Mezanino Sala 05	57,58		57,58		
		Mezanino Sala 06	45,53		45,53		
		Mezanino Sala 07	59,74		59,74		
		Mezanino Sala 08	61,11		61,11		
		Hall / Circulação	29,25		29,25		
		Lounge	30,76		30,76		
		Estar	16,97		16,97		
		Lavabos	3,80				3,80
		Rampa	65,43	65,43			
		Escada	12,25			12,25	
		Antecâmara	3,00			3	
		TOTAL MEZANINO (m²):	65,43	550,35	15,25	3,8	
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	683,21	683,21			
		Escada	12,25			12,25	
		Antecâmara	3,00			3	
Garagem 02	Área comum	Área de manobra	683,21	683,21			
		Escada de serviço	12,25			12,25	
		Antecâmara	3,00			3	
Garagem 03	Área comum	Área de manobra	700,96	700,96			
		Escada de serviço	12,25			12,25	
		Antecâmara	3,00			3	
		TOTAL GARAGENS (m²):	2067,38	0	45,75	0	
Conviv.	Área comum	Fitness	17,60		17,6		
		BWC	3,12				3,12
		Sauna	6,90				6,90
		Ducha	2,18				2,18
		Circulação	2,08		2,08		
		Cinema	16,70		16,70		
		Gourmet	18,19			18,19	
		Circulação	4,26		4,26		
		Jogos	34,47		34,47		
		Lavabos	3,68				3,68
		Hall social	12,40		12,40		
		Copa	7,73			7,73	
		Lavabos	7,70				7,70
		Brinquedoteca	10,38		10,38		
		Salão de festas	94,00			94,00	
		Escada	12,25			12,25	

		Antecâmara	3,00			3,00	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):	0	97,89	135,17	23,58	
Tipo	Apto 01	Suíte master	18,30			18,3	
		Sala de banho	7,83				7,83
		Suíte 01	12,32			12,32	
		BWC Suíte 01	3,51				3,51
		Suíte 02	11,20			11,2	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Circulação íntima	5,70			5,7	
		Sala de jantar / Estar	38,76			38,76	
		Cozinha gourmet	9,31			9,31	
		Área de serviço	3,85				3,85
		Lavabo	2,07				2,07
	Área comum	Hall social	7,51		7,51		
		Antecâmara	3,00			3	
		Escada	12,25			12,25	
	Apto 02	Suíte master	18,30			18,3	
		Sala de banho	7,83				7,83
		Suíte 01	12,32			12,32	
		BWC Suíte 01	3,51				3,51
		Suíte 02	11,20			11,2	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Circulação íntima	5,70			5,7	
		Sala de jantar / Estar	47,84			47,84	
		Cozinha gourmet	9,31			9,31	
		Área de serviço	3,85				3,85
		Lavabo	2,07				2,07
		TOTAL TIPO x17 (m²):	0	127,67	3663,67	701,76	
Cob.	Apto	Cozinha gourmet	12,68			12,68	
		Área de serviço	6,22				6,22
		Área social (Estar / Jantar / Sala de tv)	60,81			60,81	
		Home office	15,36			15,36	
		Lavabo	2,30				2,3
		Suíte master	18,30			18,3	
		Sala de banho	7,83				7,83
		Suíte 01	11,20			11,2	
		BWC Suíte 01	3,86				3,86
		Suíte 02	11,20			11,2	
		BWC Suíte 02	3,38				3,38
		Suíte 03	12,32			12,32	
		BWC Suíte 03	3,51				3,51

		Circulação íntima	9,28			9,28	
	Área comum	Escada	12,25			12,25	
		Hall social	2,35		2,35		
		Antecâmara	3,00			3	
		TOTAL COBERTURA (m²):		0	2,35	166,40	27,1
Casa de máquinas / reserv.	Área comum	Casa de máquinas	6,69			6,69	
		Circulação	5,52			5,52	
		Escada	12,25			12,25	
		Barrilete	25,78			25,78	
		Reservatório	25,78			25,78	
		TOTAL CASA DE MÁQUINAS / RESERVATÓRIO (m²):		0	0	76,02	0
		ÁREA TOTAL (m²):		8209,39			
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):		2165,93	1054,96	4212,95	775,55
		COBRIMENTO:		26,38%	12,85%	51,32%	9,45%
		SUBPONTUAÇÃO:		14,38			

PAREDES EXTERNAS						
PAVIMENTO	FACHADA	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
		Altura útil (m)	Perímetro em planta (m)	Esquadrias (m²)	Vidro fixado in loco (m²)	Porcelanato / cerâmica (m²)
Térreo	Frontal	3,6	51,61	11,64	115,00	59,15
	Posterior		14,52	6,21	40,01	12,26
	Lateral esquerda		54,77	0,00	0,00	197,17
	Lateral direita		28,20	0,0000	0,00	101,52
		TOTAL TÉRREO (m²):			155,02	370,10
Mezanino	Frontal	3,06	53,46	0,00	108,20	63,80
	Posterior		14,52	0,00	39,29	10,00
	Lateral esquerda		54,77	0,00	45,02	122,58
	Lateral direita		29,63	0,00	0,00	90,67
		TOTAL MEZANINO (m²):			192,51	287,05
Garagem 1	Frontal	3,06	45,12	0,00	113,22	35,63
	Posterior		14,52	0,00	40,70	4,03
	Lateral esquerda		56,37	0,00	0,00	172,49
	Lateral direita		31,23	0,00	0,00	95,56
		TOTAL GARAGEM 1 (m²):			153,92	307,72
Garagem 2	Frontal	3,06	45,12	0,00	113,22	28,71
	Posterior		14,52	0,00	40,70	4,63
	Lateral esquerda		56,37	0,00	0,00	172,49
	Lateral direita		31,23	0,00	0,00	95,56
		TOTAL GARAGEM 2 (m²):			153,92	301,40
Garagem 3	Frontal	3,06	45,12	0,00	113,22	28,11
	Posterior		14,52	0,00	40,70	9,73
	Lateral esquerda		56,37	0,00	0,00	172,49
	Lateral direita		31,23	0,00	0,00	95,56
		TOTAL GARAGEM 3 (m²):			153,92	305,90
Convivência	Frontal	3,06	37,27	30,29	0,00	118,31
	Posterior		42,56	29,66	0,00	126,71
	Lateral esquerda		8,52	9,84	0,00	86,34
	Lateral direita		8,52	0,42	0,00	68,12
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):			0,00	399,48
Tipo	Frontal	3,06	37,26	22,23	0,00	105,17
	Posterior		41,71	17,40	0,00	110,23
	Lateral esquerda		8,52	3,06	0,00	23,01
	Lateral direita		8,52	1,26	0,00	24,81
		TOTAL TIPO x17 (m²):			0,00	4474,90
Cobertura	Frontal	3,06	27,74	40,91	0,00	33,36

	Posterior		28	7,32	0,00	103,47
	Lateral esquerda		8,52	3,06	0,00	23,01
	Lateral direita		8,14	11,23	0,00	26,90
		TOTAL COBERTURA (m²):			0,00	186,74
Barrilete/caixa d'água	Frontal	7,3	6,64	2,44	0,00	94,70
	Posterior		7,41	1,48	0,00	77,71
	Lateral esquerda		3,96	0,00	0,00	39,21
	Lateral direita		4,28	0,00	0,00	41,42
		TOTAL BARRILETE / CAIXA D'ÁGUA (m²):			0,00	253,04
		ÁREA TOTAL (m²):			7695,61	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):			809,28	6886,33
		COBRIMENTO:			10,52%	89,48%
		SUBPONTUAÇÃO:			16,15	

APÊNDICE D – Planilhas de cálculo dos acabamentos para o Edifício 3

EDIFÍCIO 3							
PAREDES INTERNAS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
			Altura útil (m)	Perímetro total (m)	Esquadrias (m²)	Reboco e tinta (m²)	Porcelanato / azulejo (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	3,70	47,46	33,65	141,96	
		Copa	3,70	6,58	0,00		24,35
		Lavabos	3,70	11,60	3,36		39,56
		Sala comercial 02	3,70	33,54	20,92	103,18	
		Copa	3,70	5,37	0,00		19,87
		Lavabo	3,70	5,90	1,68		20,15
		Sala comercial 03	3,70	33,88	20,61	104,75	
		Copa	3,70	5,96	0,00		22,05
		Lavabo	3,70	5,90	1,68		20,15
		Casa de bombas	3,50	12,58	1,26	42,77	
		Sala de praia	3,50	17,47	0,74	60,41	
		Gerador	3,50	13,44	2,26	44,78	
		BWC Condomínio	3,50	7,79	1,68		25,59
		Vestiário / Área de serviço	3,50	9,90	3,78		30,87
		Circulação de serviço	3,50	34,07	10,08	109,17	
		Hall de serviço	3,50	9,90	1,89		32,76
		Circulação / lava-pés	3,50	7,32	0,00		25,62
		Casa de pressurização	3,50	21,80	1,89	74,41	
		Lavabo	3,50	6,00	1,26		19,74
		Central de gás	3,50	7,15	1,89	23,14	
		Lixeira	3,50	3,02	3,24		7,33
		Hall do edificio	3,50	25,02	20,69	66,88	
		Guarita	3,50	5,10	8,84	9,01	
		Rampa	3,80	20,52	8,00	69,98	
		Antecâmara	3,50	5,73	3,36	16,70	
		Escada pressurizada	3,50	21,26	1,68	72,73	
		TOTAL TÉRREO (m²):				939,84	288,03
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	2,78	135,98	53,22	324,81	
		Bicicletário	2,78	24,00	2,10	64,62	
		Escada	2,78	19,38	1,68	52,20	
		Antecâmara	2,78	2,37	3,36	3,23	
Garagem 02	Área comum	Área de manobra	2,78	122,10	57,11	282,32	
		Escada de serviço	2,78	19,38	1,68	52,20	
		Antecâmara	2,78	2,37	3,36	3,23	

Garagem 03	Área comum	Área de manobra	2,78	122,10	57,11	282,32	
		Escada de serviço	2,78	19,38	1,68	52,20	
		Antecâmara	2,78	2,37	3,36	3,23	
Garagem 04	Área comum	Área de manobra	3,14	122,10	50,33	333,06	
		Escada de serviço	3,14	19,38	1,68	59,17	
		Antecâmara	3,14	2,37	3,36	4,08	
		TOTAL GARAGENS (m²):				1120,35	0,00
Conviv.	Área comum	Academia	3,14	22,10	9,34	60,05	
		BWC Feminino	3,14	11,12	2,52		32,40
		Lavabo feminino	3,14	4,45	1,26		12,71
		Lavabo masculino	3,14	4,45	1,26		12,71
		BWC/PNE	3,14	6,85	2,52		18,99
		BWC Masculino	3,14	4,00	0,00		12,56
		Circulação	3,14	21,90	13,02	55,75	
		Salão de festas	3,14	32,91	23,83	68,02	11,49
		Sala de jogos	3,14	23,63	9,89	53,29	11,02
		Brinquedoteca	3,14	12,42	9,78	29,22	
		Antecâmara	3,14	5,84	3,36	14,98	
		Escada pressurizada	3,14	19,26	2,28	58,20	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):				339,51	111,89
Diferenc.	Apto	Suíte principal	2,96	20,17	4,54	55,16	
		BWC Suíte principal	2,96	7,60	1,68		20,82
		Suíte 1	2,96	16,49	6,22	42,59	
		BWC Suíte 1	2,96	7,50	1,68		20,52
		Suíte 2	2,96	12,51	4,54	32,49	
		BWC Suíte 2	2,96	7,92	1,68		21,76
		Área social (Estar / Jantar)	2,96	29,98	23,20	65,54	
		Cozinha	2,96	6,52	2,46		16,84
		Área de serviço	2,96	5,67	0,90		15,88
		Lavabo	2,96	5,68	1,68		15,13
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	2,96	7,36	3,57	18,22	
		Antecâmara	2,96	6,39	3,36	15,55	
		Escada	2,96	18,65	2,28	52,92	
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):				282,48	110,95
Tipo	Apto	Suíte principal	2,96	20,17	4,54	55,16	
		BWC Suíte principal	2,96	7,60	1,68		20,82
		Suíte 1	2,96	16,49	4,54	44,27	
		BWC Suíte 1	2,96	7,50	1,68		20,52
		Suíte 2	2,96	12,51	4,54	32,49	
		BWC Suíte 2	2,96	7,92	1,68		21,76
		Área social (Estar / Jantar)	2,96	29,98	23,20	65,54	

		Cozinha	2,96	6,52	2,46		16,84
		Área de serviço	2,96	5,67	0,90		15,88
		Lavabo	2,96	5,68	1,73		15,08
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	2,96	7,36	3,57	18,22	
		Antecâmara	2,96	6,39	3,36	15,55	
		Escada	2,96	18,65	2,28	52,92	
	TOTAL TIPO x22 (m²):					6251,56	2439,92
					ÁREA TOTAL (m²):	11884,53	
					ÁREA POR ACABAMENTO (m²):	8933,74	2950,79
					COBRIMENTO:	75,17%	24,83%
				SUBPONTUAÇÃO:	11,75		

PISOS INTERNOS					
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS	
				Porcelanato / cerâmica (m²)	Granito / cantaria (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	115,47	115,47	
		Lavabos	4,02	4,02	
		Sala comercial 02	62,33	62,33	
		Lavabo	2,10	2,10	
		Sala comercial 03	64,78	64,78	
		Lavabo	2,10	2,10	
		Sala de praia	18,99	18,99	
		BWC Condomínio	3,25	3,25	
		Vestiário / Área de serviço	6,08	6,08	
		Circulação de serviço	39,42	39,42	
		Hall de serviço	6,37	6,37	
		Circulação / lava-pés	9,30	9,30	
		Lavabo	2,24	2,24	
		Lixeira	1,31	1,31	
		Hall do edifício	30,38		30,38
		Guarita	1,62		1,62
		Antecâmara	2,11	2,11	
		Escada pressurizada	17,64	17,64	
		TOTAL TÉRREO (m²):		357,51	32,00
Garagem 01	Área comum	Escada de serviço	16,67	16,67	
		Antecâmara	2,11	2,11	
Garagem 02	Área comum	Escada de serviço	16,67	16,67	
		Antecâmara	2,11	2,11	
Garagem 03	Área comum	Escada de serviço	16,67	16,67	
		Antecâmara	2,11	2,11	
Garagem 04	Área comum	Escada de serviço	17,10	17,10	
		Antecâmara	2,11	2,11	
		TOTAL GARAGENS (m²):		56,33	0,00
Conviv.	Área comum	Academia	20,10	20,10	
		BWC Feminino	5,49	5,49	
		Lavabo feminino	1,19	1,19	
		Lavabo masculino	1,19	1,19	
		BWC/PNE	2,99	2,99	
		BWC Masculino	3,14	3,14	
		Circulação	9,72	9,72	
		Salão de festas	50,04	50,04	
		Sala de jogos	32,37	32,37	
		Brinquedoteca	9,59	9,59	
		Antecâmara	2,11	2,11	

		Escada pressurizada	17,10	17,10	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):		155,03	0,00
Diferenc.	Apto	Suíte principal	15,48	15,48	
		BWC Suíte principal	3,25	3,25	
		Suíte 1	12,32	12,32	
		BWC Suíte 1	3,22	3,22	
		Suíte 2	9,33	9,33	
		BWC Suíte 2	3,42	3,42	
		Área social (Estar / Jantar)	38,50	38,50	
		Cozinha	6,90	6,90	
		Área de serviço	3,16	3,16	
		Lavabo	1,88	1,88	
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	3,56	3,56	
		Antecâmara	2,56	2,56	
		Escada	16,88	16,88	
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):		120,46	0,00
Tipo	Apto	Suíte principal	15,48	15,48	
		BWC Suíte principal	3,25	3,25	
		Suíte 1	12,32	12,32	
		BWC Suíte 1	3,22	3,22	
		Suíte 2	9,33	9,33	
		BWC Suíte 2	3,42	3,42	
		Área social (Estar / Jantar)	38,50	38,50	
		Cozinha	6,90	6,90	
		Área de serviço	3,16	3,16	
		Lavabo	1,77	1,77	
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	3,56	3,56	
		Antecâmara	2,56	2,56	
		Escada	16,88	16,88	
		TOTAL TIPO x22 (m²):		2647,74	0,00
		ÁREA TOTAL (m²):		3369,07	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):		3337,07	32,00
		COBRIMENTO:		99,05%	0,95%
		SUBPONTUAÇÃO:		12,59	

TETOS INTERNOS							
PAV.	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)	ACABAMENTOS			
				Sem acabamento (m²)	Rebaixo de forro com gesso (m²)	Reboco e tinta (m²)	Placa de gesso, massa corrida e tinta (m²)
Térreo	Área comum	Sala comercial 01	115,47		115,47		
		Lavabos	4,02				4,02
		Sala comercial 02	62,43		62,43		
		Lavabo	2,10				2,10
		Sala comercial 03	64,86		64,86		
		Lavabo	2,10				2,10
		Casa de bombas	9,88			9,88	
		Sala de praia	18,99			18,99	
		Gerador	10,95			10,95	
		BWC Condomínio	3,25				3,25
		Vestiário / Área de serviço	6,00				6,00
		Circulação de serviço	38,73		38,73		
		Hall de serviço	6,23			6,23	
		Circulação / lava-pés	9,30			9,30	
		Casa de pressurização	18,80			18,80	
		Lavabo	2,24				2,24
		Central de gás	3,16			3,16	
		Lixeira	1,31			1,31	
		Hall do edifício	30,17		30,17		
		Guarita	1,62		1,62		
		Rampa	73,69			73,69	
		Antecâmara	2,00			2,00	
		Escada pressurizada	13,21			13,21	
		TOTAL TÉRREO (m²):		0	313,28	167,52	19,71
Garagem 01	Área comum	Área de manobra	392,19	392,19			
		Bicicletário	27,70			27,70	
		Escada	13,21			13,21	
		Antecâmara	2,00			2	
Garagem 02	Área comum	Área de manobra	459,09	459,09			
		Escada de serviço	13,21			13,21	
		Antecâmara	2,00			2	
Garagem 03	Área comum	Área de manobra	459,09	459,09		459,09	
		Escada de serviço	13,21			13,21	
		Antecâmara	2,00			2	
Garagem 04	Área comum	Área de manobra	467,26	467,26		467,26	
		Escada de serviço	13,21			13,21	

		Antecâmara	2,00			2	
		TOTAL GARAGENS (m²):	1310,37	0	532,42	0	
Conviv.	Área comum	Academia	20,10		20,1		
		BWC Feminino	5,49				5,49
		Lavabo feminino	1,19				1,19
		Lavabo masculino	1,19				1,19
		BWC/PNE	2,88				2,88
		BWC Masculino	3,14				3,14
		Circulação	9,02		9,02		
		Salão de festas	50,04			50,04	
		Sala de jogos	32,37		32,37		
		Brinquedoteca	9,59		9,59		
		Antecâmara	2,00			2,00	
		Escada pressurizada	13,21			13,21	
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):	0	71,08	65,25	13,89	
Diferenc.	Apto	Suíte principal	15,40			15,4	
		BWC Suíte principal	3,25				3,25
		Suíte 1	12,32			12,32	
		BWC Suíte 1	3,15				3,15
		Suíte 2	9,33			9,33	
		BWC Suíte 2	3,35				3,35
		Área social (Estar / Jantar)	38,12			38,12	
		Cozinha	6,82			6,82	
		Área de serviço	3,16				3,16
		Lavabo	1,88				1,88
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	3,32		3,32		
		Antecâmara	2,45			2,45	
		Escada	13,21			13,21	
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):	0	3,32	97,65	14,79	
Tipo	Apto	Suíte principal	15,40			15,4	
		BWC Suíte principal	3,25				3,25
		Suíte 1	12,32			12,32	
		BWC Suíte 1	3,15				3,15
		Suíte 2	9,33			9,33	
		BWC Suíte 2	3,35				3,35
		Área social (Estar / Jantar)	38,12			38,12	
		Cozinha	6,82			6,82	
		Área de serviço	3,16				3,16
		Lavabo	1,77				1,77
	Área comum	Hall AP/ Hall elevadores	3,32		3,32		
		Antecâmara	2,45			2,45	
		Escada	13,21			13,21	

	TOTAL TIPO x22 (m²):	0	73,04	2148,30	322,96
	ÁREA TOTAL (m²):	5153,58			
	ÁREA POR ACABAMENTO (m²):	1310,37	460,72	3011,14	371,35
	COBRIMENTO:	25,43%	8,94%	58,43%	7,21%
	SUBPONTUAÇÃO:	14,10			

PAREDES EXTERNAS						
PAVIMENTO	FACHADA	CÁLCULOS			ACABAMENTOS	
		Altura útil (m)	Perímetro em planta (m)	Esquadrias (m²)	Vidro fixado in loco (m²)	Porcelanato / cerâmica (m²)
Térreo	Frontal	4	53,06	28,79	67,64	124,02
	Posterior		56,05	31,14	0,00	193,07
	Lateral esquerda		22,68	2,68	0,00	94,81
	Lateral direita		15,56	0,00	0,00	62,24
		TOTAL TÉRREO (m²):			67,64	474,13
Garagem 1	Frontal	2,88	32,88	0,00	50,45	62,59
	Posterior		36,20	0,00	0,00	104,26
	Lateral esquerda		22,23	0,00	0,00	64,02
	Lateral direita		16,32	0,00	0,00	47,00
		TOTAL GARAGEM 1 (m²):			50,45	277,87
Garagem 2	Frontal	2,88	32,88	0,00	57,43	64,62
	Posterior		36,20	0,00	0,00	104,26
	Lateral esquerda		22,23	0,00	0,00	64,02
	Lateral direita		16,32	0,00	0,00	47,00
		TOTAL GARAGEM 2 (m²):			57,43	279,90
Garagem 3	Frontal	2,88	32,88	0,00	57,43	64,62
	Posterior		36,20	0,00	0,00	104,26
	Lateral esquerda		22,23	0,00	0,00	64,02
	Lateral direita		16,32	0,00	0,00	47,00
		TOTAL GARAGEM 3 (m²):			57,43	279,90
Garagem 4	Frontal	3,24	32,88	0,00	48,65	82,15
	Posterior		36,20	0,00	0,00	117,29
	Lateral esquerda		22,23	0,00	0,00	72,03
	Lateral direita		16,32	0,00	0,00	52,88
		TOTAL GARAGEM 4 (m²):			48,65	324,34
Convivência	Frontal	3,06	18,11	2,16	0,00	73,62
	Posterior		20,69	16,67	0,00	86,47
	Lateral esquerda		20,31	4,42	0,00	90,01
	Lateral direita		8,63	11,83	0,00	14,58
		TOTAL CONVIVÊNCIA (m²):			0,00	264,68
Diferenciado	Frontal	3,06	19,79	11,65	0,00	49,67
	Posterior		12,15	5,30	0,00	31,88
	Lateral esquerda		10,79	0,42	0,00	32,60
	Lateral direita		12,35	10,18	0,00	27,61
		TOTAL DIFERENCIADO (m²):			0,00	3118,73
Tipo	Frontal	3,06	19,79	11,65	0,00	50,98
	Posterior		12,15	3,62	0,00	33,56

	Lateral esquerda		10,79	0,42	0,00	32,60
	Lateral direita		12,35	10,18	0,00	28,78
		TOTAL TIPO x22 (m²):			0,00	3210,14
		ÁREA TOTAL (m²):			8511,29	
		ÁREA POR ACABAMENTO (m²):			281,60	8229,68
		COBRIMENTO:			3,31%	96,69%
		SUBPONTUAÇÃO:			15,98	

ANEXO A – Tabelas originais do BAM (WONG, 2007)

Design components	Averaged weightings of importance of buildability (i.e. Buildability Weightings)
Structural Frame Systems	26.22%
Slab Systems	15.22%
Envelope Systems	20.67%
Roof Systems	11.07%
Other Buildable Features	13.40%
Site Specific Factors	13.42%
Total:	100%

Legend: Buildability Weightings are the relative importance of buildability towards the different design components. Other Buildable Features comprise Internal Wall Systems, Finishing Systems, Building Services Aspects and Building Features.

Table 5.4 Buildability Weightings on different design components.

Categories	Buildability Weightings
Internal Wall Systems	23%
Finishing Systems	21%
Building Services Aspects	26%
Building Features	30%
Total:	100%

Legend: Buildability Weightings are the relative importance of different design components towards buildability. Other Buildable Features comprise Internal Wall Systems, Finishing Systems, Building Services Aspects and Building Features.

Table 7.1 Buildability Weightings of 4 Other Buildable Features.

Locations of finishes	Buildability Weightings
Internal ceilings	20%
Internal walls	20%
Internal floors	20%
External walls	30%
Roof	10%
Total:	100%

Table 7.3 Buildability Weightings of different finishing locations.

Different parts of a building superstructure	Common construction systems	Priority Ratios (i.e. Buildability Indices)	Totals
Structural Frame	• Precast RC frame *	0.239	1.00
	• Structural steel with fireproofing *	0.210	
	• Insitu RC frame	0.194	
	• Insitu loadbearing cross-wall	0.181	
	• Steel encased in concrete *	0.176	
Slab	• Precast slab with insitu topping *	0.270	1.00
	• Steel deck with insitu concrete topping *	0.253	
	• Insitu RC slab	0.200	
	• Flat slab	0.176	
	• Prestressed concrete slab	0.101	
Envelope	• Precast concrete wall with pre-installed windows and finishes *	0.257	1.00
	• Curtain wall *	0.206	
	• Insitu concrete wall	0.179	
	• Pre-finished precast concrete formwork with insitu filling *	0.179	
	• Concrete block / brick	0.178	
Roof	• Precast concrete roof *	0.271	1.00
	• Steel decking with insitu concrete topping *	0.271	
	• Steel truss roof with composite decking *	0.238	
	• Insitu concrete roof	0.220	
Internal Wall	• Dry wall *	0.434	1.00
	• Concrete block / brick	0.317	
	• Insitu RC wall	0.249	

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

*NB: Where the site conditions render transportation and hoisting operations difficult or unsafe (e.g. extremely congested site surrounded by adjacent buildings), the respective Buildability Indices with an asterisk are each multiplied by a reduction factor 0.5.

Table 6.3 Buildability Indices of common construction systems as derived by the AHP.

Locations	Finishing systems	Buildability Indices
Internal ceilings	• No finishes (Fair Face) (Off form)	1.00
	• Suspended ceiling	0.75
	• Traditional Plaster and Paint (Pre-finished)	0.68
	• Traditional Plaster and Paint (Site applied)	0.57
	• Sprayed Plaster and Paint (Pre-finished)	0.71
	• Sprayed Plaster and Paint (Site applied)	0.63
	• Glass (Pre-glazed)	0.75
	• Glass (Site fixed)	0.55
	• Plaster board, skim coat & paint	0.70
Internal walls	• No finishes (Fair Face) (Off form)	0.90
	• Traditional Plaster and Paint (Pre-finished)	0.66
	• Traditional Plaster and Paint (Site applied)	0.59
	• Sprayed Plaster and Paint (Pre-finished)	0.74
	• Sprayed Plaster and Paint (Site applied)	0.65
	• Tiling on Screed (Pre-finished)	0.74
	• Tiling on Screed (Site applied)	0.58
	• Granite / Stonework (Pre-finished)	0.70
	• Granite / Stonework (Site applied)	0.57
	• Metal Cladding (Pre-finished)	0.77
	• GRP Cladding (Pre-finished)	0.73
	• Structural glazing (Pre-glazed)	0.73
	• Structural glazing (Site fixed)	0.69
	• Plaster board, skim coat & paint	0.74

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.2 Buildability Indices of different finishing systems at different locations of a building (to be cont'd).

(Cont'd)

Locations	Finishing systems	Buildability Indices
Internal floors	• Tiling on Screed (Pre-finished)	0.71
	• Tiling on Screed (Site applied)	0.63
	• Granite / Stonework (Pre-finished)	0.64
	• Granite / Stonework (Site applied)	0.59
External walls	• No finishes (Fair Face) (On concrete)	0.87
	• No finishes (Fair Face) (On brick)	0.76
	• Traditional Plaster and Paint (Pre-finished)	0.74
	• Traditional Plaster and Paint (Site applied)	0.60
	• Sprayed Plaster and Paint (Pre-finished)	0.76
	• Sprayed Plaster and Paint (Site applied)	0.66
	• Tiling on Screed (Pre-finished)	0.72
	• Tiling on Screed (Site applied)	0.53
	• Granite / Stonework (Pre-finished)	0.71
	• Granite / Stonework (Site applied)	0.53
	• Metal Cladding (Pre-finished)	0.76
	• GRP Cladding (Pre-finished)	0.70
	• Glass (Pre-glazed)	0.75
	• Glass (Site fixed)	0.61

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.2 Buildability Indices of different finishing systems at different locations of a building (to be cont'd).

(Cont'd)

Locations	Finishing systems	Buildability Indices
Roof	• Flat roof - Waterproofing membrane with protective layer	0.73
	• Flat roof - Liquid applied waterproofing with protective layer	0.72
	• Metal Roof Decking - With separate insulation and vapour barrier	0.66
	• Metal Roof Decking - Composite type	0.73
	• Clay Tile Roofing (for pitched roof)	0.51
	• Rigid PVC / GRP Roofing Sheets	0.65

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.2 Buildability Indices of different finishing systems at different locations of a building.

Aspects of building services design	Buildability Indices
Space	
• Suitable space and location for equipment and tanks (e.g. preference for bulky equipment to be located at ground level rather than basement)	0.758
• Adequate headroom for ducting, pipeworks and trays	0.781
• Access allowed for equipment installation (e.g. double doors or adequate width of reserved openings to be filled up afterwards)	0.767
Details	
• Adequate penetration details for pipeworks and cables	0.763
• Clear embedment details for concealed components (e.g. conduit and junction box layouts)	0.698
• Clear details of supports to equipment (e.g. concrete plinths and anti-vibration construction)	0.721
Co-ordination	
• Clear demarcation showing interfaces between different systems (e.g. water and power supplies to air-con systems)	0.800
• Co-ordination between pipe sizes with duct space	0.752
• Minimal need for multiple fixings (1 st fix, 2 nd fix, etc.) in conjunction with architectural works (e.g. air-con diffusers and grilles in relation to false ceiling and lighting troughs)	0.726
Ductwork and pipework	
• Use of pre-insulated ductwork and pipework	0.642
• Use of flexible ductwork and pipework with quick connectors	0.656
• Clear cable management and identification, including control wiring	0.735
Integration	
• Use of Universal Fixing Systems	0.693
• Use of package equipment with integral control panels (e.g. AHUs)	0.698

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.4 Buildability Indices for different building services aspects affecting buildability (to be cont'd).

(Cont'd)

Aspects of building services design	Buildability Indices
Cranage	
• Cranage requirements specified for hoisting equipment into position (e.g. lift motors and chillers onto roof)	0.698
Standardisation	
• Use of standardised components	0.767

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.4 Buildability Indices for different building services aspects affecting buildability.

Building features	Buildability Indices
Standardisation	
• Use of standardised columns with same cross-sectional dimensions for a typical floor (e.g. 300mm x 400mm)	0.88
• Use of standardised beam sizes throughout all floors (e.g. 300mm x 600mm)	0.86
• Use of standardised door sizes	0.85
• Use of standardised window and louvre sizes	0.88
• Use of modular layouts	0.86
• Use of standardised storey heights	0.89
• Use of repetitive horizontal grids (between supports)	0.94
• Use of standardised construction details (e.g. rebar arrangements for beams, walls and columns)	0.94

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.5 Buildability Indices for different building features affecting buildability (to be cont'd).

(Cont'd)

Building features	Buildability Indices
Prefabrication	
• Finishes pre-fixed to prefabricated components	0.88
• Use of prefabricated self-contained bathrooms / toilets with finishes, sanitary fittings and pipeworks installed	0.89
• Use of prefabricated staircases	0.88
• Use of prefabricated vertical and horizontal shafts e.g. refuse chute, cable and service ducts	0.87
Simplicity	
• Components are easy to assemble on site with simple instructions	1.00
• Coordinated designs with minimal cross-referencing	0.96
Details	
• Reasonable tolerances specified	0.93
• Blow up details provided for possible clashes in space	0.90
Flexibility	
• Components and sub-assemblies are interchangeable e.g. left / right orientation of fittings, such as cabinets or kitchen sinks	0.85

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.5 Buildability Indices for different building features affecting buildability (to be cont'd).

(Cont'd)

Building features	Buildability Indices
Installation	
• Designing for locally available materials / fittings / products / sub-assemblies	0.86
• Allowing alternative construction details e.g. materials or construction sequence to be proposed by contractors	0.86
• Sizes and weights of materials and components are safe for workers to handle using commonly available plant	0.86
• Designing for locally available plant and equipment	0.84
• Designing for locally available know-how and labour skills	0.91
Reliance on shop drawings or contractors' design	
• Specialist contractors' designs are called upon with provision of clear performance criteria and guidance on submissions	0.91

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.5 Buildability Indices for different building features affecting buildability.

Site Specific Factors	Buildability Indices
Surrounding environment	
• Allow for temporary storage areas for construction	0.78
• Allow for working space to enable safe construction	1.00
• Identify temporary access and exit roads for construction operations	0.93
• Building design takes into consideration when site perimeter abuts vulnerable buildings / structures etc. e.g. old and dilapidated buildings	0.84
• Building design takes into consideration when site area is adjacent to occupied buildings / structures	0.70
• Building design takes into consideration when site perimeter abuts other construction site(s)	0.76
• Building design takes into consideration when site perimeter abuts pedestrian pavement(s)	0.90
• Building design takes into consideration when site area abuts slope(s) / retaining wall(s)	0.99
• Building design takes into consideration when site area is on slope(s)	0.81
• Building design provides more open space than site coverage stipulation	0.96
• Information on utilities, e.g. sewers, town gas ducts or electrical / telecommunication cables, underneath the site clearly provided	0.89
• Building design takes into consideration the situation when site is adjacent to water-containing areas e.g. cofferdam for works near to sea, river, reservoir or lake	0.95
• Building design takes into consideration the difficulty of setting up hoardings / fences, gantries or shoring to adjacent buildings	0.79
Shape of building footprint in relation to site configuration	
• Allow for movement of plant with adequate turning radius	0.94

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.6 Buildability Indices for different site specific factors affecting buildability (to be cont'd).

(Cont'd)

Site Specific Factors	Buildability Indices
Hazards	
• Site cleared of hazardous substance where known by design team, e.g. asbestos	0.83
• Precaution has been taken during design against hazardous establishments near the site, e.g. adjacent to power station, high tension overhead/underground cable or gas/petrol storage	0.92
Underground construction	
• Permanent work design facilitating temporary work design and construction, e.g., columns used for supporting temporary platforms	0.95
• Clear evidence of safety consideration incorporated into design	0.97
• Clear evidence of considerations incorporated into design to minimise water ingress and geotechnical difficulties e.g. faults and cavities	1.01
Preservation	
• Clear instructions provided for the preservation of tree, monuments etc. adjacent to the site	0.81
• Clear instructions provided for the preservation of tree, monuments etc. inside the site	0.95
Design overcoming restrictions imposed by the Government / the Client / the Users etc.	
• Design overcoming working hour restrictions e.g. designing precast footbridge over busy roads instead of casting insitu	0.83
• Design overcoming construction sequence restrictions e.g. slabs allowing for opening in top-down basement construction	0.95
• Design overcoming restrictions in the availability of temporary utility services e.g. designing for well-points to provide water for works in remote areas	0.91

Legend: Buildability Indices represent the relative buildability of individual design elements under the Buildability Assessment Model. An Index of a higher value indicates better buildability when compared with another index with a lower value, assuming that construction is carried out by the same contractor.

Table 7.6 Buildability Indices for different site specific factors affecting buildability.

ANEXO B – Figura com os índices e equações do BAM (LAM; WONG, 2008)

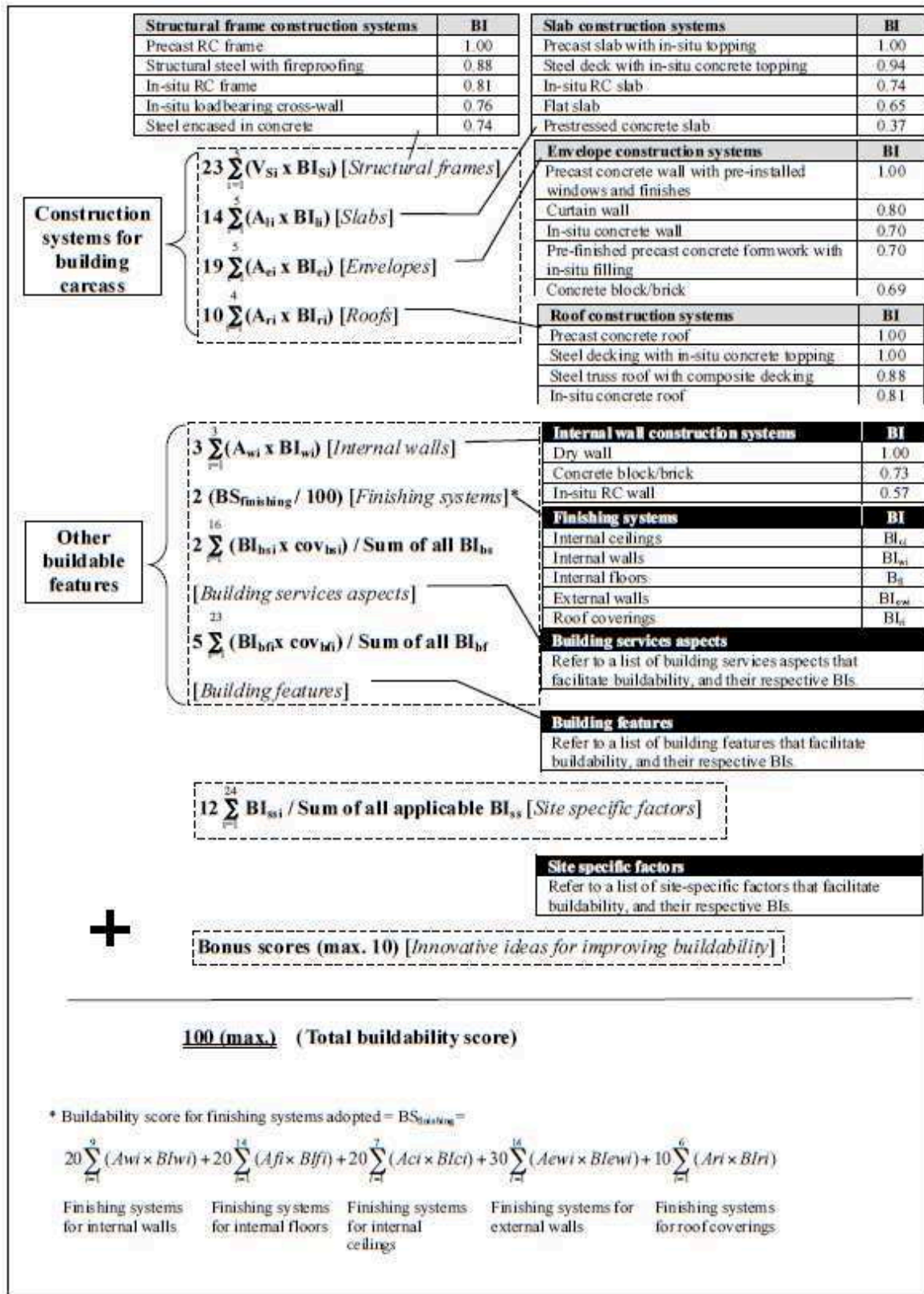


Figure 1: Equation for calculating the buildability score using the Buildability Assessment Model (please refer to Table 2 for legends of notations shown in this figure).